



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE MEDICINA PREVENTIVA
Y SALUD PÚBLICA

TESIS DOCTORAL

**Estado de salud y demanda asistencial asociados
al sobrepeso y la obesidad en la infancia**

MAIRA ALEJANDRA ORTIZ PINTO

Madrid, 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

FACULTAD DE MEDICINA

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN EPIDEMIOLOGÍA Y
SALUD PÚBLICA**

DEPARTAMENTO DE MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA

**Estado de salud y demanda asistencial
asociados al sobrepeso y la obesidad en la
infancia**

TESIS DOCTORAL

Maira Alejandra Ortiz Pinto

DIRECTOR

Iñaki Galán Labaca

Madrid, 2019

Don. Iñaki Galán Labaca, Investigador Científico del Departamento de Enfermedades Crónicas del Centro Nacional de Epidemiología, del Instituto de Salud Carlos III.

CERTIFICA

Que el proyecto de Tesis doctoral titulado “*Estado de salud y demanda asistencial asociados al sobrepeso y obesidad en la infancia*” ha sido realizado por Doña Maira Alejandra Ortiz Pinto y reúne todos los requisitos científicos y formales para ser presentado y defendido ante el tribunal correspondiente.

Y para que conste a todos los efectos, firmo el presente certificado en Madrid el 30 de agosto de 2019.

Iñaki Galán Labaca, MD PhD

Departamento de Enfermedades Crónicas

Centro Nacional de Epidemiología

Instituto de Salud Carlos III (España)

Dedicatoria

A Marlene y Mariceth

Y a todas aquellas personas que resisten a los noes

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Iñaki Galán, mi director de tesis, por su dedicación, paciencia y orientación, por haberme guiado en este proceso, por su apoyo en todos los altibajos que conlleva y *haberme acompañado en mis inicios por el buen camino de la ciencia*.

Muchas gracias al Dr. Honorato Ortiz al igual que a su familia, por todo el apoyo brindado durante estos años, por acogerme en el grupo ELOIN, por su apoyo incondicional y en especial por su amistad.

También, quiero agradecer al Dr. Edgar Navarro, Dr. Tuesca y a todo el equipo de la Universidad de Norte su apoyo en mi proceso de formación, por haberme respaldado en el proceso de búsqueda y obtención de financiación.

Quiero manifestar mi cariño a las tres instituciones que me acogieron y a las tantas personas especiales que allí conocí y con las que me ha alegrado coincidir:

Al Centro Nacional de Epidemiología y a todos los grandes profesionales que allí trabajan. ¡A todos y todas muchas gracias! En especial al primer grupo del café en la mañana: Mar, Carmen, Lorena, Teresa, Rocío, María, gracias por ser tan especiales conmigo.

Al Servicio de Epidemiología de la Dirección General de Salud Pública de la Consejería de Sanidad de Madrid. Gracias por todo su apoyo. ¡Nacho, Guada, Begoña Jorge: muchas gracias por acogerme con tanto cariño! Al igual que a la Dra. María Ordobás, por permitirme formar parte del grupo Eloin y Ana Gandarillas por ser tan especial a mi llegada al servicio.

A mi gran grupo EMCA, por abrirme los brazos y permitirme vivir una inigualable experiencia a su lado; en especial al Dr. Pedro, Isa y por supuesto a Antonio y Fulgen ¡mis amigos estupendos!

A todos mis amigos de España por aguantarme y apoyarme en mis altibajos: Guille, Aura, Fabián, Andrea, Julio y Juanjo, Eli y Alberto, Constance, Ana Ayuso, Ana María Pedraza, Ana Paula, Alex, Gerardo y Yamira, a todos los exintegrantes de FormaFitXXI y Pi.

A mis amigos de Colombia que siempre me animaron a seguir mis sueños y por acompañarme en el proceso: Luz Janeth, Víctor, Marti Tuñón, Ingrid, María Eugenia, Auri, Sandra, Marleiza, Leo, Enitzon, Martiza González, Nidia, Sandra, Dr. Franklyn Prieto, a la Patrulla-15 y todos los que me faltan... ¡Muchas gracias!

Finalmente a *Marlene, mi madre y Mariceth, mi hermana*, por su incondicional apoyo, sin ellas este logro nunca hubiese sido posible. A mi papá, mi Tía Yamile, Mamá

y todos los demás Ortiz que siempre han sido mi inspiración, y por supuesto, a todos los del 7!

ÍNDICE

RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	22
1.1. Definición y fisiopatología de la obesidad	3
1.2. Factores asociados a la obesidad	5
1.3. Prevalencia de obesidad en la infancia.....	6
1.3.1 Mediciones y clasificaciones de la obesidad en la infancia.	8
1.3.2 Índice de Masa Corporal.....	8
1.3.3 Obesidad abdominal.	11
1.3.4 Otras mediciones y clasificaciones de la obesidad.....	12
1.4. Persistencia y variación del estado ponderal	13
1.4.1 Persistencia del sobrepeso y la obesidad en la niñez.	13
1.4.2 Persistencia del sobrepeso y la obesidad desde la niñez a la adolescencia.	13
1.4.3 Persistencia del sobrepeso y obesidad desde la infancia a edad adulta.	14
1.5. Estado de salud y calidad de vida relacionada con la salud	14
1.5.1 Estado de salud percibido.	15
1.5.2 Calidad de vida relacionada con la salud.....	15
1.5.3 Instrumentos de medición.....	16
1.6 Obesidad y riesgo cardiometabólico	17
1.6.1 Obesidad y alteración de la presión arterial en la infancia.	18
Implicaciones de la clasificación de la presión arterial en la infancia.....	20
1.7. Obesidad y demanda de asistencia sanitaria.....	21
1.7.1 Atención primaria.	22
1.7.2 Hospitalización.....	23
1.7.3 Prescripción farmacológica.....	23
Implicaciones de la obesidad en el sistema sanitario.....	23
2. HIPÓTESIS	25
3. OBJETIVOS	29
4. MATERIALES Y MÉTODOS	32
4.1. Contexto del estudio.....	34
4.2. Población de estudio.....	34

4.3. Tamaño de la muestra y reclutamiento de los participantes	35
4.4. Descripción de los participantes en el estudio	36
4.5. Fuentes de información.....	38
4.6. Consideraciones éticas	41
4.7. Definición de variables y análisis estadístico.....	41
4.7.1 Mantenimiento y cambios en el estado ponderal.	42
4.7.2 Percepción del estado de salud y calidad de vida relacionada con la salud.....	43
4.7.3 Alteración de la presión arterial sistólica y diastólica.	45
4.7.4 Demanda y frecuencia de uso del sistema sanitario.....	46
5. RESULTADOS	48
5.1. Persistencia y variación del estado ponderal	50
5.2. Estado de salud percibido y Calidad de Vida Relacionada con la Salud	58
5.3. Alteración de la presión arterial	62
5.4. Demanda asistencial de servicios sanitarios.....	69
6. DISCUSIÓN	76
6.1. Sobre la metodología	78
6.1.1 Fortalezas.	78
6.1.2 Limitaciones.	79
6.2. Sobre la persistencia y variación del estado ponderal	80
6.3. Sobre el estado de salud percibido y la calidad de vida relacionada con la salud	82
6.4. Sobre la alteración de la presión arterial.....	84
6.5. Sobre la demanda sanitaria	86
7. CONCLUSIONES.....	90
8. BIBLIOGRAFÍA	90
9. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA	114
Artículo 1	
Artículo 2	
Artículo 3	
Artículo 4	

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Criterios de definición del sobrepeso y obesidad en la población infantil según estándares nacionales e internacionales.....	10
Tabla 2. Criterios de clasificación de la presión arterial en la infancia y adolescencia.	21
Tabla 3. Cronograma de seguimiento de la cohorte ELOIN.	34
Tabla 4. Características sociodemográficas de los participantes en el estudio basal (T ₀) de la cohorte ELOIN.	36
Tabla 5. Características de los participantes en el estudio basal (T ₀) de la cohorte ELOIN.	38
Tabla 6. Métodos de recolección y variables de estudio.....	40
Tabla 7. Distribución del peso, talla e índice de masa corporal a los 4 y 6 años de edad.	50
Tabla 8. Distribución del estado ponderal según los criterios de clasificación de la OMS, IOTF y FO-2004 a los 4 y 6 años de edad.	53
Tabla 9. Persistencia de obesidad y sobrepeso de los 4 a los 6 años de edad, según la clasificación de la OMS, IOTF y FO-2004.	55
Tabla 10. Variación del estado ponderal según la clasificación de la OMS, IOTF y FO-2004 de los 4 a los 6 años de edad.....	57
Tabla 11. Características de la muestra según el estado de salud de la población infantil referido por los padres a los 4 y 6 años de edad.	58
Tabla 12. Características de la muestra a los 6 años de edad según la calidad de vida relacionada con la salud.....	59
Tabla 13. Asociación entre los cambios en el estado ponderal y obesidad abdominal con el estado de salud percibido por los padres a los 6 años de edad.....	60
Tabla 14. Asociación entre los cambios en el estado ponderal y la obesidad abdominal con la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) a los 6 años de edad.....	61
Tabla 15. Presión arterial sistólica y diastólica a los 6 años de edad según características de la muestra.	62
Tabla 16. Asociación del sobrepeso, obesidad general y obesidad abdominal a los 4 años de edad con la presión arterial sistólica y diastólica a los 6 años de edad.....	64
Tabla 17. Asociación de la persistencia y variación del sobrepeso/obesidad general y obesidad abdominal a los 4-6 años de edad con la presión arterial sistólica y diastólica a los 6 años de edad.....	65

Tabla 18. Asociación del sobrepeso, obesidad general y obesidad abdominal a los 4 años de edad con la alteración de la presión arterial a los 6 años de edad.....	66
Tabla 19. Asociación de la persistencia y variación del exceso de peso y la obesidad abdominal de los 4 a 6 años de edad con la alteración de la presión arterial elevada a los 6 años de edad.....	67
Tabla 20. Asociación entre la obesidad general y la obesidad abdominal a los 4 años de edad, y la presión arterial sistólica y diastólica a los 6 años.....	68
Tabla 21. Asociación entre el sobrepeso-obesidad general y obesidad abdominal a los 4 años de edad ajustando simultáneamente, y la presión arterial sistólica y diastólica a los 6 años.....	68
Tabla 22. Características de la muestra según las consultas y prescripción de medicamentos en atención primaria de salud y hospitalizaciones entre los 4 y 6 años de edad.....	70
Tabla 23. Asociación del estado ponderal y obesidad abdominal a los 4 años con la demanda de consultas y prescripción de medicamentos en atención primaria de salud y hospitalizaciones entre los 4 y 6 años de edad.	73
Tabla 24. Asociación del estado ponderal y obesidad abdominal a los 4 años con la demanda de consultas en atención primaria de salud según problemas por aparatos más frecuentes entre los 4 y 6 años de edad.	75

Ilustraciones

Ilustración 1. Representación de la localización anatómica de los depósitos de tejido graso a nivel abdominal.....	3
Ilustración 2. Modelo explicativo de la asociación de la grasa abdominal con el incremento del riesgo cardiometabólico.....	4
Ilustración 3. Posibles mecanismos fisiopatológicos de la obesidad y el riesgo cardiometabólico.....	19
Ilustración 4. Diagrama de flujo de los participantes en la cohorte ELOIN durante la medición basal (T ₀) y seguimiento (T ₁).	36

Figuras

Figura 1. Principales factores implicados en el desarrollo de la obesidad.	6
Figura 2. Tendencia de sobrepeso y obesidad en la población infantil según la Encuesta Nacional de Salud de España (ENSE) desde 1987 a 2017.....	7
Figura 3. Distribución del Índice de Masa Corporal a los 4 y 6 años de edad según el sexo de los participantes.....	51

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

AP	Atención Primaria
BIA	Bioelectrical Impedance
CCT	Cociente Cintura Talla
CIAP-2	Clasificación Internacional de Atención Primaria, versión 2
CVRS	Calidad de Vida Relacionada con la Salud
DALYs	Disability Adjusted Life Years
DE	Desviación Estándar
DM	Diabetes Mellitus
DXA	Dual-Energy X-Ray Absorciom
ECV	Enfermedad Cardiovascular
ENSE	Encuesta Nacional de Salud de España
ESH	European Society of Hypertension
HTA	Hipertensión Arterial
IC	Intervalo de Confianza
IDEFICS	Identification and prevention of dietary and lifestyle-induced health effects in children and infants study
IMC	Índice de Masa Corporal
IOTF	International Organization Task Force
IRR	Incidence Rate Ratio
OA	Obesidad Abdominal
OMS	Organización Mundial de la Salud
OR	Odds Ratio
PA	Presión Arterial
PC	Perímetro de Cintura
RMC	Red de Médicos Centinelas
SM	Síndrome Metabólico
TAD	Tensión Arterial Diastólica
TAS	Tensión Arterial Sistólica.

RESUMEN

Introducción

La prevalencia global de obesidad en la población infantil y adolescente ha aumentado progresivamente en las últimas décadas, aunque este incremento parece haberse estabilizado en muchos países desarrollados desde el año 2000. Según la OMS, en la primera década del siglo XXI alrededor del 20% de la población infantil y adolescente de Europa tenían sobrepeso y un tercio de ellos tenían obesidad. Junto con Italia y Chipre, España se situaba entre los países europeos con mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad en la infancia.

Existe evidencia de que el sobrepeso y obesidad en la infancia y adolescencia tiene consecuencias adversas en la vida adulta, incrementando el riesgo de mortalidad prematura y una mayor carga de morbilidad. Desde etapas tempranas de la vida la obesidad puede provocar efectos adversos en casi todos los sistemas del organismo, destacándose las complicaciones cardiometabólicas y los problemas psicosociales. Sin embargo, en la infancia predomina la percepción de que el exceso de peso provoca escasas consecuencias clínicas, lo que dificulta la prevención y control de este problema de salud pública.

Diversas revisiones han examinado la relación del sobrepeso y la obesidad en la infancia con la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS), mostrando que a medida que aumenta el exceso de peso y la adiposidad se produce un deterioro en la CVRS. Por otro lado, también se ha evaluado la salud percibida como un indicador global del estado de salud que abarca todos los dominios de la CVRS pero que parece representar mejor el componente de salud física. Se conocen pocos estudios y en especial estudios longitudinales que hayan evaluado en población infantil y adolescente el efecto del sobrepeso y la obesidad sobre este indicador. Los escasos trabajos existentes han encontrado un incremento del riesgo de peor estado de salud a medida que aumenta el exceso de peso.

La población infantil y adolescente con exceso de grasa corporal presentan peores parámetros cardiometabólicos que favorecen la aparición de complicaciones cardiovasculares, aunque no se manifiesten clínicamente; de estas complicaciones se destaca especialmente la alteración de la presión arterial. Se ha evidenciado que aquellos menores de edad que tienen sobrepeso y obesidad comparados con sus coetáneos con un peso normal, muestran un incremento medio entre 4,5 y 7,5 mmHg de presión arterial sistólica y diastólica. Además, la elevación de la presión arterial en la

edad infantil aumenta la probabilidad de desarrollar hipertensión arterial en la vida adulta. Diversos estudios que han analizado las trayectorias del sobrepeso y obesidad desde edades tempranas y su efecto sobre la presión arterial, destacan que si el exceso de peso remite, la presión arterial revierte también.

En la infancia, a diferencia de los adultos, no está claro el efecto del sobrepeso y la obesidad sobre el uso del sistema sanitario. La evidencia disponible está limitada por la gran heterogeneidad en los diseños de los estudios, las diferencias en los grupos de edad analizados, los criterios e indicadores utilizados para la definición de obesidad, así como las variables de impacto evaluadas. Al parecer, se observa mayor uso de los servicios sanitarios en aquellos menores y adolescentes con obesidad extrema. Por ello, es necesario generar más evidencia sobre los efectos clínicos de los diferentes indicadores de exceso de peso o grasa corporal en la población infantil.

Objetivos

El objetivo de esta tesis es determinar la asociación del estado de salud mediante la salud percibida y la calidad de vida relacionada con la salud, los cambios en la presión arterial y la demanda del sistema sanitario, con el sobrepeso, la obesidad general y la obesidad abdominal en la primera infancia.

Métodos

Los datos proceden del Estudio Longitudinal de Obesidad INfantil, cohorte ELOIN. Es un estudio prospectivo de base poblacional en el marco de la Red de Médicos Centinelas (RMC). Para este estudio inicialmente se tuvo en cuenta 2435 participantes de la cohorte que contaban con la exploración física al inicio del estudio (2012-2013) a los 4 años de edad y en el seguimiento (2014-2015); y de estos, 1884 niños y niñas que contaban con la exploración física y la entrevista. A esta población se les determinó el peso, la talla, circunferencia abdominal y tensión arterial sistólica y diastólica de manera estandarizada por los 31 pediatras de la RMC de los centros de salud colaboradores.

El índice de masa corporal (IMC) fue usado para determinar el estado ponderal, usando las tablas de referencias y los criterios de clasificación de la OMS-2006, IOTF-2000 y tablas españolas de la Fundación Orbegozo 2004, para identificar el estado ponderal correspondiente a cada participante. El perímetro de cintura (PC)

estandarizado con las tablas de referencia de Fernández et al., fue usado para determinar la presencia de obesidad abdominal a partir de un percentil ≥ 90 , y con el perímetro de cintura y la talla se determinó el cociente cintura-talla (CCT) y se definió obesidad abdominal a partir del percentil ≥ 90 . Estos parámetros fueron usados para estimar las prevalencias de sobrepeso y obesidad con cada uno de los criterios de clasificación y determinar la estabilidad del estado ponderal y la obesidad abdominal entre los 4 y 6 años de edad.

La percepción del estado de salud del menor por parte de los padres en los últimos 12 meses en los dos periodos de estudio (4 y 6 años de edad), y la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) evaluada mediante el cuestionario Kidscreen-10 a los 6 años, fueron usados para evaluar su asociación con el exceso de peso (IMC, según criterios de la OMS) y la obesidad abdominal. La variación de los parámetros antropométricos (exceso de peso y obesidad) en el estudio basal y en el seguimiento, fueron usados para estimar su asociación con los casos incidentes de salud subóptima a los 6 años mediante regresión logística, y con la puntuación de la CVRS mediante regresión lineal.

Los valores medios de presión arterial sistólica y diastólica de los 4 y 6 años fueron estandarizados según la edad, sexo y talla, y fue usada la clasificación propuesta por el National High Blood Pressure Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents, para dividir a los participantes en dos grupos: presión arterial normal y presión arterial alterada. Los valores de la presión arterial como variable continua y las categorías fueron usadas para evaluar su asociación con el estado ponderal y la presencia de obesidad abdominal a los 4 años, así como los cambios de estos parámetros durante el periodo de seguimiento (4 a 6 años), mediante regresión lineal y logística respectivamente.

Finalmente, la información obtenida mediante la historia clínica entre los 4 y 6 años de edad fue usada para calcular mediante modelos mixtos de regresión binomial negativa la razón de incidencia (IRR) de consultas y prescripción de medicamentos en atención primaria y altas hospitalarias, con los indicadores de exceso peso y obesidad tanto general como abdominal de los 4 años.

Todos los modelos de análisis realizados en esta tesis fueron ajustados por las variables sociodemográficas como sexo, edad en meses, mayor nivel de estudios alcanzado por la madre, capacidad adquisitiva familiar, lactancia materna, estado de

salud percibido por los padres a los 4 años, así como la actividad física, tiempo de descanso y comportamientos sedentarios. Los análisis se realizaron con Stata v.14.

Resultados

La prevalencia de sobrepeso a los 4 y 6 años, según los tres criterios de clasificación basados en el IMC, aumentó del 5,7-16,5% (rango de los tres criterios) al 8,9-17,0%, y el de obesidad del 3,0-5,4% al 6,1-10,1%. Tres de cada cuatro participantes clasificados con obesidad a los 4 años persistieron con obesidad a los 6 años, mientras que un 20,6-29,3% que tenían sobrepeso, pasaron a obesidad. Entre un 8,0-16,1% mantuvieron el exceso de peso (sobrepeso/obesidad) entre los 4 y 6 años, un 7,9-11% fueron nuevos casos, y un 2,2-5,9%, remitieron.

Comparado con los participantes sin exceso de peso (IMC) o sin obesidad abdominal en ambas mediciones, los casos incidentes de exceso de peso u obesidad abdominal tenían un odds ratio (OR) de salud subóptima de 2,41 (IC95%:1,21 a 4,80) y 2,99 (IC95%:1,31 a 6,84), respectivamente. En relación a la CVRS, los remitentes de exceso de peso incrementaron la puntuación del Kidscreen: coeficiente $\beta=2,02$ (IC95%: 0,36 a 3,68), mientras que los nuevos casos de obesidad abdominal disminuyeron su puntuación: $\beta=-2,22$ (IC95%: -4,40 a -0,03), es decir, presentaban peor CVRS.

Los menores de edad clasificados con obesidad a los 4 años, tanto general como abdominal, mostraron a los 6 años un incremento medio de 4-5 mmHg de presión sistólica y 2,5-3 mmHg de diastólica. Los casos incidentes y persistentes de exceso de peso (sobrepeso y obesidad), comparados con los que se mantenían sin exceso de peso, tenían un OR=2,49(IC95%:1,50 a 4,13) y OR=2,54(IC95%:1,27 a 5,07) de tener presión arterial elevada. Con la obesidad abdominal se estimaron OR=2,81(IC95%:0,98 a 8,02) para los incidentes y OR=3,42(IC95%: 1,38 a 8,49) para los persistentes en esta condición, observándose estimaciones similares para el cociente cintura-talla (CCT). Con los tres indicadores evaluados (IMC, PC y CCT), los remitentes no mostraron mayor riesgo de presión arterial elevada.

La obesidad general (IMC) en la infancia se asoció con una mayor demanda de servicios de atención primaria relacionados con problemas psicológicos (IRR= 1,53; IC95%: 1,02 a 2,28), y la obesidad abdominal, según el cociente cintura-talla, se relacionó con problemas del sistema musculoesquelético (IRR= 1,27; IC95%: 1,00 a 1,62). Los fármacos se prescribieron con mayor frecuencia en los participantes que se encontraban bajo las tres definiciones de exceso de peso/obesidad abdominal, en

comparación con aquellos sin exceso de peso/sin obesidad abdominal. No se observaron diferencias en el número de ingresos hospitalarios y las categorías de estado ponderal.

Conclusiones

Entre los 4 a 6 años de edad el exceso de peso aumentó su prevalencia y además se observó una importante persistencia en ese estado ponderal. Los casos incidentes de exceso de peso y obesidad abdominal tuvieron mayor riesgo de salud subóptima, así como los casos incidentes de obesidad abdominal se asociaron también a una peor CVRS. Tras dos años de seguimiento, tanto los casos persistentes como los incidentes de exceso de peso (IMC) y obesidad abdominal tuvieron mayor probabilidad de tener presión arterial elevada, mientras que los remitentes no mostraron un exceso de riesgo. La demanda de servicios sanitarios relacionados con la obesidad fue pequeña en la primera infancia. Sin embargo, en comparación con los niños con un peso normal, la obesidad se asoció con una demanda ligeramente mayor de prescripciones de fármacos y de visitas a los servicios de atención primaria relacionadas con problemas psicológicos y musculoesqueléticos.

ABSTRACT

Introduction

The overall prevalence of obesity among children and adolescents has progressively increased in recent decades, although this increase appears to have stabilized in many developed countries since 2000. According to the WHO, in the first decade of the 21st century around 20% of Europe's child and adolescent population were overweight and a third of them were obese. Together with Italy and Cyprus, Spain was among the European countries with the highest prevalence of overweight and obesity in childhood.

There is evidence that overweight and obesity in childhood and adolescence have adverse consequences in adult life, increasing the risk of premature mortality and an increased burden of disease. From the early stages of life, obesity can cause adverse effects in almost all body systems, with cardiometabolic complications and psychosocial problems standing out. However, in childhood there is a predominant perception that excess weight causes few clinical consequences, which makes it difficult to prevent and control this public health problem.

Several reviews have examined the relationship between overweight and obesity in childhood and health-related quality of life (HRQL), showing that as excess weight and adiposity increase, there is a deterioration in HRQL. On the other hand, perceived health has also been assessed as a global indicator of health status covering all domains of HRQL but which appears to better represent the physical health component. Few studies are known and especially longitudinal studies that have evaluated the effect of overweight and obesity on this indicator in children and adolescents. The few existing studies have found an increased risk of poorer health status as excess weight increases.

Children and adolescents with excess body fat present worse cardiometabolic parameters that favour the appearance of cardiovascular complications, although they do not manifest themselves clinically; of these complications the alteration of blood pressure is especially highlighted. It has been shown that those minors who are overweight and obese compared to their peers with a normal weight, show an average increase between 4.5 and 7.5 mmHg of systolic and diastolic blood pressure. In addition, elevated blood pressure in infancy increases the likelihood of developing high blood pressure in adulthood. Several studies that have analyzed the trajectories of overweight and obesity from early ages and its effect on blood pressure, highlight that if excess weight recedes, blood pressure also reverts.

In childhood, unlike adults, it is not clear the effect of overweight and obesity on the use of the health system. The available evidence is limited by the great heterogeneity in the designs of the studies, the differences in the age groups analyzed, the criteria and indicators used for the definition of obesity, as well as the impact variables evaluated. Apparently, greater use of health services is observed in those minors and adolescents with extreme obesity. Therefore, it is necessary to generate more evidence on the clinical effects of the different indicators of excess weight or body fat in the child population.

Objectives

The objective of this thesis is to determine the association of health status through perceived health and health-related quality of life, changes in blood pressure and health system demand, with overweight, general obesity and abdominal obesity in early childhood.

Methods

The data come from the Longitudinal Study on Childhood Obesity, ELOIN cohort. It is a prospective population-based study within the framework of the Sentinel Medical Network. For this study was initially taken into account 2435 participants of the cohort who had physical examination at the beginning of the study (2012-2013) at 4 years of age and in the follow-up (2014-2015), and of these, 1884 children who had physical examination and interview. This population was determined weight, height, abdominal circumference and systolic and diastolic blood pressure as standardized by the 31 pediatricians of collaborating health centers.

The body mass index (BMI) was used to determine the weight status, using the reference tables and classification criteria of WHO-2006, IOTF-2000 and Spanish tables of the Orbegozo Foundation 2004, to identify the weight status corresponding to each participant. The waist circumference (WC) standardized with the reference tables of Fernández et al., was used to establish the presence of abdominal obesity from a percentile ≥ 90 , with the waist circumference and height was determined the waist-to-height ratio (WHR) and abdominal obesity was defined from the percentile ≥ 90 . These parameters were used to estimate the prevalence of overweight and obesity with each of the classification criteria and to evaluate the stability of weight status and abdominal obesity between 4 and 6 years of age.

The parents' perception of the child's health status in the last 12 months in the two study periods (4 and 6 years of age), and the health-related quality of life (HRQL) assessed by the Kidscreen-10 questionnaire at 6 years of age, were used to assess their association with excess weight (BMI, according to WHO criteria) and abdominal obesity. Variation of anthropometric parameters (excess weight and obesity) in the baseline study and follow-up were used to estimate their association with suboptimal health incident cases at 6 years by logistic regression, and with HRQL score by linear regression.

The mean systolic and diastolic blood pressure values at 4 and 6 years of age were standardized by age, sex and height, and the classification proposed by the National High Blood Pressure Program Working Group on high Blood Pressure in Children and Adolescents was used to divide participants into two groups: normal blood pressure and altered blood pressure. Blood pressure values as a continuous variable and blood pressure categories were used to assess their association with weight status and presence of abdominal obesity at 4 years, as well as changes in these parameters during the follow-up period (4 to 6 years), by linear regression and logistics respectively.

Finally, the information obtained through the clinical history between 4 and 6 years of age was used to calculate by means of mixed models of negative binomial regression, the incidence rate ratio (IRR) of consultations and prescription of medicines in primary care and hospitalizations, with the indicators of excess weight and both general and abdominal obesity at 4 years of age.

All the analysis carried out in this thesis were adjusted for sociodemographic variables such as sex, age in months, higher level of studies reached by the mother, family purchasing power, breastfeeding, health status perceived by the parents at 4 years, as well as physical activity, rest time and sedentary behaviors. Analyses were performed using Stata v.14.

Results

The prevalence of overweight at 4 and 6 years, according to the three BMI-based classification criteria, increased from 5.7-16.5% (range of the three criteria) to 8.9-17.0%, and that of obesity from 3.0-5.4% to 6.1-10.1%. Three out of four participants classified as obese at age 4 persisted with obesity at age 6, while 20.6-29.3% who were overweight became obese. Between 8.0-16.1% maintained excess weight (overweight/obesity) between 4 and 6 years, 7.9-11% were new cases, and 2.2-5.9% who remitted of excess weight.

Compared with participants without excess weight (BMI) or without abdominal obesity in both measures, incident cases of excess weight or abdominal obesity had a suboptimal health odds ratio (OR) of 2.41 (CI95%:1.21 to 4.80) and 2.99 (CI95%:1.31 to 6.84), respectively. In relation to HRQL, who remitted of excess weight increased the Kidscreen score: coefficient $\beta=2.02$ (CI95%: 0.36 to 3.68), while new cases of abdominal obesity decreased their score: $\beta=-2.22$ (CI95%: -4.40 to -0.03), i.e., they had worse HRQL.

The childhood classified with obesity at age 4, both general and abdominal, showed an average increase of 4-5 mmHg systolic pressure and 2.5-3 mmHg diastolic at age 6. Incident and persistent cases of excess weight (overweight and obesity), compared to those maintained without excess weight, had an OR=2.49 (CI95%:1.50 to 4.13) and OR=2.54 (CI95%:1.27 to 5.07) of having high blood pressure. With abdominal obesity, OR=2.81 (95% CI: 0.98 to 8.02) for incidents and OR=3.42 (95% CI: 1.38 to 8.49) for persistent in this condition were estimated, with similar estimates observed for waist-to-height ratio. With the three indicators evaluated (BMI, WC and WHR), who remitted excess weight did not show an increased risk of high blood pressure.

General obesity (BMI) in childhood was associated with increased demand for primary care services related to psychological problems (IRR= 1.53, 95% CI 1.02 to 2.28), and abdominal obesity, according to waist-to-size ratio, was related to problems of the musculoskeletal system (IRR= 1.27, 95% CI 1.00 to 1.62). Drugs were prescribed more frequently in participants who were under the three definitions of excess weight/abdominal obesity compared with those without excess weight/no abdominal obesity. No differences were observed in number of hospital admissions and weight status categories.

Conclusions

Between 4 and 6 years of age, excess weight increased its prevalence and a significant persistence in this weight status was also observed. Incident cases of excess weight and abdominal obesity had a higher risk of suboptimal health, as well as incident cases of abdominal obesity, were also associated with a worse HRQL. After two years of follow-up, both persistent cases and incidents of excess weight (BMI) and abdominal obesity were more likely to have high blood pressure, while senders did not show excess risk. Demand for obesity-related health services was low in early childhood. However, compared with normal weight children, obesity was associated with a slightly higher demand for prescription drugs and primary care visits related to psychological and musculoskeletal problems.

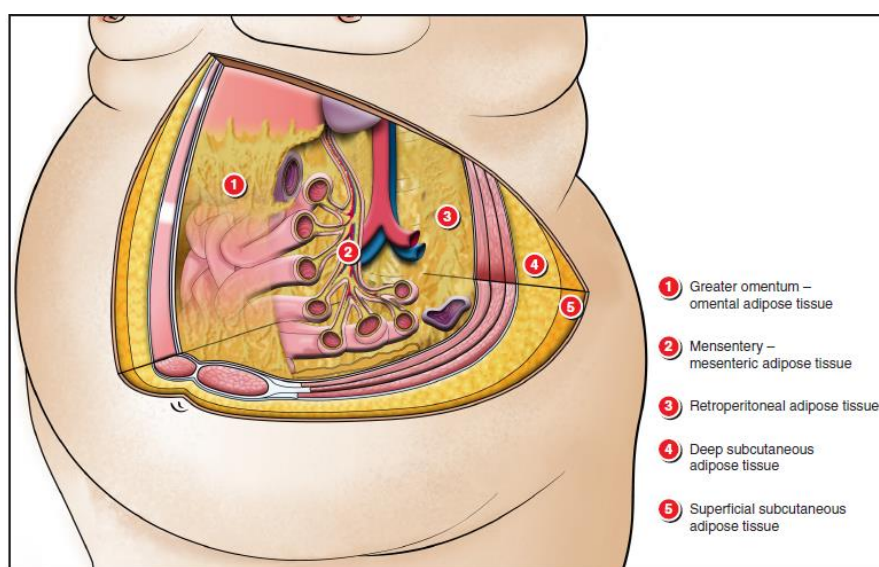
INTRODUCCIÓN

1.1. Definición y fisiopatología de la obesidad

La obesidad es definida como un exceso de grasa corporal que por sus características es considerada una enfermedad crónica no transmisible⁽¹⁾; es un fenómeno complejo, heterogéneo en sus orígenes y en su etiopatogenia, en el que están relacionados factores genéticos, nutricionales^(2,3) y de estilo de vida⁽⁴⁾. El principal objetivo de su estudio radica en identificar ese exceso de grasa⁽⁵⁾ que está implicado en muchas complicaciones principalmente a nivel cardiometabólico.

El desarrollo de la obesidad es explicada de acuerdo a las leyes de la termodinámica, debido a que es el resultado del desequilibrio entre el gasto y el aporte energético. Esta energía procede de los principios inmediatos como carbohidratos, proteínas y grasas. Cuando el consumo de estos nutrientes excede su gasto, se almacena en el cuerpo en forma de tejido graso^(6,7); en ausencia o en niveles bajos de glúcidos, la grasa almacenada es movilizada para ser utilizada en la producción de energía, este proceso es conocido como lipólisis, y, en él, las grasas son convertidas en ácidos grasos y glicerol. De este modo se cumple con las leyes de la termodinámica por el cual la energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma^(6,7). En el cuerpo humano, pueden identificarse dos tipos principales de tejidos que almacenan grasa, el tejido adiposo subcutáneo y tejido adiposo visceral o grasa visceral (Ilustración 1), que se distribuyen de manera diferente en población infantil y adulta⁽⁸⁾.

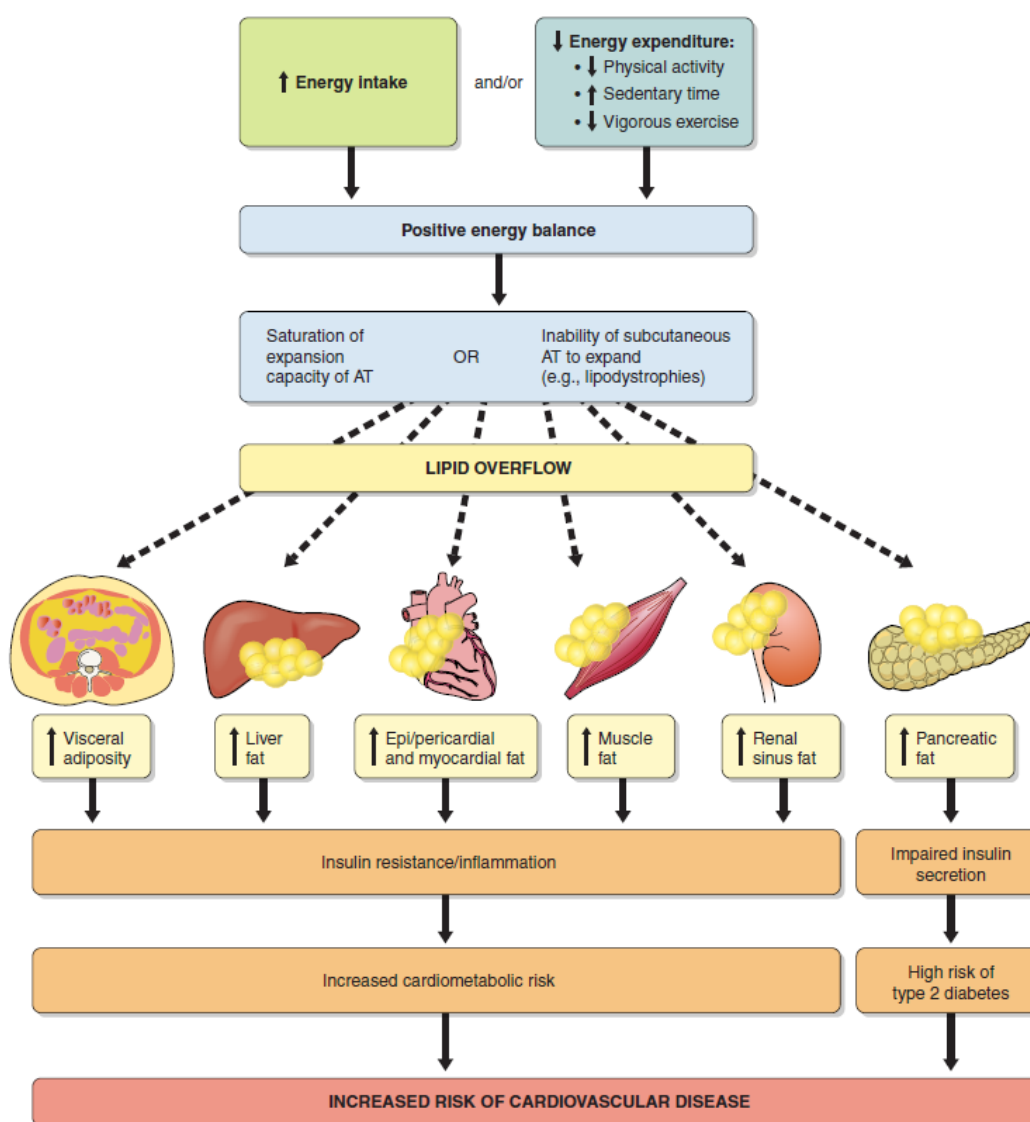
Ilustración 1. Representación de la localización anatómica de los depósitos de tejido graso a nivel abdominal.



Fuente: Tomado de Tchernof A y Després J-P⁽⁹⁾.

Las células encargadas de almacenar la grasa corporal son los adipocitos. Estas células están estrechamente relacionadas a los mecanismos fisiopatológicos de las complicaciones atribuidas a la obesidad, debido a que los adipocitos producen muchos tipos de hormonas bioactivas, conocidas como adipocitocinas o adipocinas, que se expresan particularmente en el tejido adiposo visceral. Una secreción inapropiada de adipocitocinas estimula la activación de hormonas por macrófagos que se ubican a su alrededor e inducen reacciones proinflamatorias que están implicadas en el desarrollo de aterosclerosis, hipertensión y diabetes mellitus^(5,10) (Ilustración 2), complicaciones que eran descritas principalmente en la población adulta y ahora también son observadas en la población infantil y adolescente⁽¹¹⁾.

Ilustración 2. Modelo explicativo de la asociación de la grasa abdominal con el incremento del riesgo cardiometabólico.



Fuente: Tomado de Tchernof A y Després J-P⁽⁹⁾.

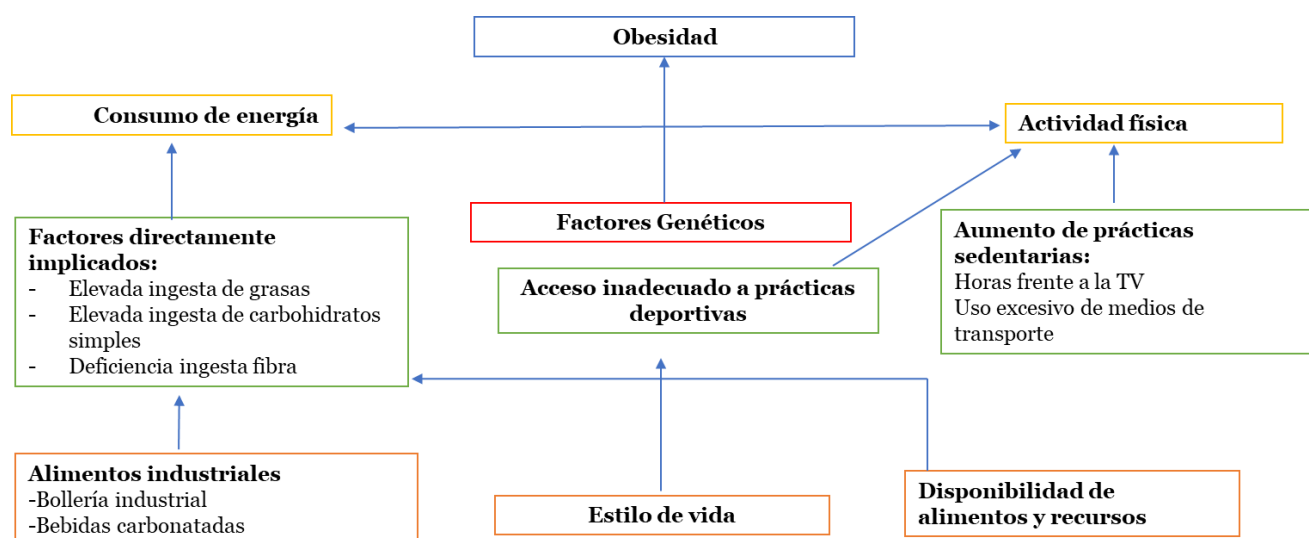
1.2. Factores asociados a la obesidad

A nivel mundial es ampliamente aceptada la obesidad como un desequilibrio entre el aporte y gasto energético proveniente principalmente de la alimentación. Sin embargo, en los últimos años se han realizado diferentes aproximaciones teóricas que intentan explicar los factores que contribuyen a su desarrollo⁽¹²⁾. Una de estas aproximaciones es el modelo ecológico de Davinson y cols, que puede resumirse en tres grandes grupos de factores: la dieta, la actividad física y los comportamientos sedentarios⁽¹³⁾. En las últimas décadas ha crecido el interés por encontrar relación entre las características genéticas y el riesgo de desarrollar obesidad. Incluso, se ha documentado que entre el 25-40% del IMC es heredable⁽¹²⁾, pero para el desarrollo de obesidad es necesaria la participación de otros factores⁽¹²⁾, como los descritos previamente.

En la infancia, según algunos autores los factores genéticos cuentan al menos en el 5% para su desarrollo^(12,14). Aunque lo más importante es el conjunto de factores externos que pueden conducir al desarrollo de obesidad. Estos, conocidos como ambientes obesogénicos, está constituido entre otros factores por el tipo y preferencias de alimentación, alimentos disponibles en casa, así como la práctica de actividad física (en familia) y los comportamientos sedentarios⁽¹³⁾.

Los factores ambientales se han reconocido e incluido entre los factores de riesgos modificables para el desarrollo de obesidad susceptibles de intervención desde una perspectiva de salud pública. Destacan los largos periodos dedicados a la televisión y/o actividades de pantalla así como la reducción del tiempo de actividad física^(12,14). Existen otros factores contribuyentes al desarrollo de obesidad a nivel poblacional como son los cambios del patrón de alimentación en los países^(12,14), y otros más estructurales como el nivel socioeconómico⁽¹⁵⁾ y factores psicosociales⁽¹²⁾.

Todos los factores descritos anteriormente son en general, factores comunes para el desarrollo de obesidad en la infancia y la edad adulta, resumidos en el marco conceptual sobre los principales factores implicados en la obesidad propuesto por González E.,⁽⁶⁾ (Figura 1). Sin embargo, este modelo no incluye factores descritos con mucha consistencia en la infancia temprana como el peso⁽¹⁵⁾ y el tabaquismo de la madre durante la gestación⁽¹⁶⁾, y la lactancia materna.

Figura 1. Principales factores implicados en el desarrollo de la obesidad.

Fuente: Adaptado de González E, 2010⁽⁶⁾.

1.3. Prevalencia de obesidad en la infancia

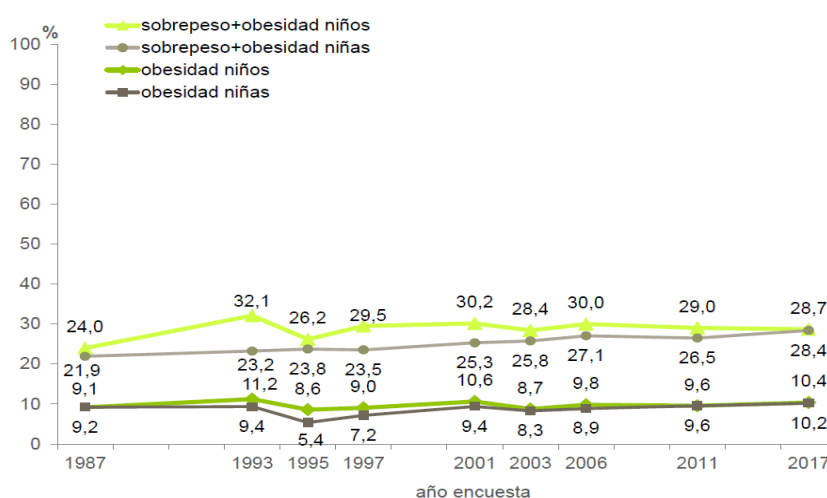
Desde que en el año 1998 la Organización Mundial de la Salud declaró la obesidad como una pandemia⁽²⁾, su magnitud se ha incrementado tanto en los países desarrollados como en aquellos en vía de desarrollo⁽¹⁷⁾; de hecho, el informe sobre la carga mundial de enfermedad muestra que el exceso de peso (sobrepeso y obesidad) ha pasado de ser el quinto de mayor riesgo en el año 2000, a ocupar la tercera posición en el 2013, solo por debajo de la hipertensión y el consumo de tabaco, originando globalmente 4,4 millones de muertes y 134,5 millones de años de vida perdidos por muerte prematura y discapacidad (DALYs), lo que representa una contribución relativa del 14% al total de la carga global de enfermedad⁽¹⁸⁾.

Recientes estimaciones de la prevalencia de sobrepeso y obesidad en países occidentales describen un incremento del 23% entre los años 1980 y 2013 en la población infantil y adolescente⁽¹⁹⁾; aunque estudios internacionales muestran que la prevalencia de sobrepeso y obesidad en esta población podría haberse estabilizado en los últimos años⁽²⁰⁾. La obesidad, a diferencia de otros importantes factores de riesgo, refiere poca evidencia de estrategias de intervención exitosas a nivel poblacional para reducir su prevalencia, por lo que su control constituye un desafío y una prioridad para la salud pública^(2,21).

En Europa, durante el periodo 2007-2010 se estimó una prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad cercana al 20% entre los 2 y 9 años, con una gran variación entre regiones⁽²²⁾⁽²³⁾, siendo superior en los países del sur de Europa y menor en las regiones del norte. España, junto con otros países de la cuenca mediterránea como Italia y Chipre, se situaba para el año 2010 entre los países europeos con mayor prevalencia de obesidad en la población infantil⁽²²⁾.

El estudio ALADINO (Alimentación, Actividad física, Desarrollo Infantil y Obesidad), realizado en menores españoles de 6-9 años de todas las comunidades autónomas entre el periodo 2010-2011, mostró que la prevalencia de sobrepeso varió según las clasificaciones utilizadas como las tablas españolas propuestas por la Fundación Orbegozo, IOTF (International Obesity Task Force) y los estándares propuestos por la OMS, entre 14,1%-26,7% en los niños y 13,8%-25,7% en las niñas; la obesidad osciló en niños entre un 11,0%-20,9% y en niñas un 11,2%-15,5%. En este estudio se destaca la gran variación observada entre comunidades autónomas⁽²⁴⁾. Estimaciones provenientes del mismo estudio, con datos del 2015, mostró una prevalencia ligeramente inferior de sobrepeso (23,2%) pero similar de obesidad (18,1%)⁽²⁵⁾. Aunque no se dispone de información sobre la tendencia de sobrepeso y obesidad con datos objetivos del peso y talla, la Encuesta Nacional de Salud de España (ENSE) a partir de datos referidos por los padres o el responsable del menor, describe una prevalencia de obesidad infantil relativamente estable desde 1987 a 2011⁽²⁶⁾ (Figura 2). La ENSE-2017 muestra prevalencias de sobrepeso de 28,7% en niños y 28,4% en niñas y de obesidad de 10,4% y 10,2% respectivamente⁽²⁷⁾.

Figura 2. Tendencia de sobrepeso y obesidad en la población infantil de 2 a 17 años según la Encuesta Nacional de Salud de España (ENSE) desde 1987 a 2017.



Fuente: Tomado del Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Encuesta Nacional de Salud de España 2017 (ENSE)⁽²⁷⁾.

1.3.1 Mediciones y clasificaciones de la obesidad en la infancia.

En la infancia, a diferencia de la edad adulta, no existe una definición universalmente aceptada de obesidad. Por tanto, tampoco existe consenso para su diagnóstico⁽¹²⁾ a nivel poblacional. Actualmente están disponibles diferentes métodos que varían de acuerdo al objetivo de su medición. En la investigación ha resultado útil el análisis de la impedancia bioeléctrica (BIA, por sus siglas en inglés) y la resonancia magnética para cuantificar el exceso de grasa corporal. En la práctica clínica, se ha utilizado ampliamente el Índice de Masa Corporal (IMC), el Perímetro de Cintura (PC) y el grosor del pliegue cutáneo⁽¹²⁾ y más recientemente se ha propuesto el Cociente Cintura-Talla (CCT)⁽²⁸⁾ y el Porcentaje de Obesidad (PO)⁽⁵⁾. Aunque estos últimos métodos son menos precisos que las técnicas de medición cuantitativa de la grasa corporal, son útiles y menos costosos para la identificación del riesgo poblacional.

1.3.2 Índice de Masa Corporal.

El Índice de Masa Corporal (IMC) es la medida antropométrica que evalúa la relación del peso corporal (kg) respecto a la talla del individuo (m²):

$$\text{IMC} = \frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Talla (m}^2\text{)}}$$

Probablemente, el IMC es el indicador más usado para evaluar el sobrepeso y la obesidad⁽²⁹⁾. Aunque esta medida es más precisa para identificar el exceso de peso en adultos, en la población infantil su uso se encuentra limitado por los cambios secundarios al proceso dinámico de crecimiento y desarrollo propio de estas edades. En general, su desventaja radica en su poca capacidad para distinguir entre el tejido graso y no graso, por lo que puede sobreestimar la obesidad donde existe una mayor masa muscular⁽¹²⁾. A pesar de esto, comparado con la absorciometría de rayos X de energía doble (DXA, por sus siglas en inglés), el percentil 85 del IMC se ha caracterizado en la población infantil por tener un alto valor predictivo positivo y dar bajos falsos negativos⁽³⁰⁾.

En condiciones normales, los patrones de crecimiento y desarrollo en la infancia varían de acuerdo a la edad, sexo y grupos étnicos⁽¹²⁾. Esta situación hace difícil las comparaciones poblacionales del IMC por lo que es necesario estandarizarlo teniendo en cuenta estas variables para una interpretación más objetiva⁽³¹⁾. Este proceso de estandarización puede hacer difícil la comparación de las estimaciones del estado ponderal, aún más cuando existen diferentes criterios nacionales e internacionales⁽³²⁾.

para su clasificación. La mayoría de las propuestas existentes para clasificar el estado ponderal en la infancia han sido construidas a partir de centiles específicos o puntuaciones de desviación estándar seleccionados arbitrariamente en base a su distribución normal⁽³¹⁾. A continuación, se describen las propuestas más usadas en España y a nivel internacional para estandarizar y clasificar el estado ponderal e identificar la obesidad en la infancia según el IMC.

Organización Mundial de la Salud (OMS-2006): la OMS en el año 1995 recomendó el uso de tablas de referencia construidas a partir de datos provenientes del *National Health and Nutrition Examination Survey I* (NHANES-I) realizado en Estados Unidos⁽³³⁾. En el año 2006 fue publicada la actualización de las tablas para la evaluación del crecimiento desde el nacimiento hasta los 5 años. En el año 2007 las tablas de referencias para la población entre los 2 y 19 años fueron nuevamente actualizadas para representar mejor los diferentes estándares de desarrollo fisiológico a partir de una muestra representativa de diferentes países. Actualmente, la OMS propone clasificar el estado ponderal de los menores de edad de acuerdo a la desviación estándar del IMC (IMC-DE); sobrepeso: $z\text{-IMC} > +1$ desviación estándar (DE) y $\leq +2$ DE; obeso: $> +2$ DE, equivalente a un IMC de 30 kg/m² en adultos; normopeso: $z\text{-IMC} \geq -1$ DE y $\leq +1$ DE, equivalente a un IMC entre 25 y 18,5 kg/m²; y bajo peso: < -2 DE, equivalente a un IMC menor de 18,5 kg/m²⁽³⁴⁾.

Centers for Diseases Control and Prevention (CDC-2000): las tablas de referencia propuestas por esta institución fueron construidas a partir del conjunto de datos de la encuesta nacional de salud de Estados Unidos durante el periodo de 1963 a 1994, y actualizadas para representar las características étnicas y raciales, y los diferentes patrones de crecimiento de los menores alimentados con lactancia materna y artificial. Las tablas de referencia fueron publicadas en el año 2000 e incluía el IMC específico para edad y sexo, así como el percentil 3 y 97 para dicha medida⁽³⁵⁾⁽³⁶⁾. Esta propuesta incluye clasificar a la población infantil y adolescente entre 1 y 17 años de edad con: sobrepeso, equivalente a un IMC ≥ 25 y < 30 kg/m² en adulto; obesidad, un IMC ≥ 30 kg/m², normopeso un IMC $\geq 18,5$ y < 25 kg/m²; y finalmente bajo peso, correspondiente a un IMC $< 18,5$ kg/m²⁽³⁵⁾.

International Obesity Task Force (IOTF): esta organización publicó en el año 2000 las tablas de referencia desarrolladas a partir de una muestra representativa de menores de edad de 6 países⁽³⁷⁾. A partir de estos datos construyeron los criterios para definir sobrepeso y obesidad utilizando centiles del IMC; sus tablas fueron actualizadas en el año 2007 donde incluyeron el grado de delgadez⁽³⁸⁾. Usaron el método Least-Mean-Square algorithm (LMS, por sus siglas en inglés), para expresar

mejor la media, coeficiente de variación y cuartosis correspondientes a cada valor del IMC, con los que construyeron los respectivos puntos de cortes para definir el sobrepeso y la obesidad en la infancia y adolescencia. La propuesta de la IOTF provee datos de referencia desde el nacimiento hasta los 20 años⁽²⁹⁾ y fue diseñada con fines descriptivos y comparativos internacionales. Definen el sobrepeso y obesidad a partir de los límites internacionales para los valores del IMC de 25 y 30 respectivamente⁽³⁹⁾.

Fundación Faustino Orbegozo: en España, a partir del año 1978 se inició el proyecto de estudio de crecimiento, con el objetivo de obtener estándares para hacer seguimiento individual y valorar si un patrón o ritmo de crecimiento se situaba dentro o fuera de los límites de variación “normal”. A partir de este estudio se dispuso de curvas de referencia para comparar los principales parámetros antropométricos con los de otras poblaciones. La recogida de los datos de este estudio se inició entre 1978-1980, y los participantes fueron seguidos desde el nacimiento hasta el año 2000 y contó con datos transversales durante el periodo 2000-2001. A partir de estas tablas de referencia para la población infantil y adolescente español, se propuso definir exceso de peso a partir del percentil 85⁽⁴⁰⁾. Las tablas de crecimiento FO fueron actualizadas y publicadas en el año 2004, clasificando la obesidad a partir de un percentil ≥ 97 , el sobrepeso entre el percentil ≥ 85 y $< p97$, normopeso entre el percentil 3 y $< p85$, y finalmente bajo peso un percentil ≤ 3 ⁽⁴³⁾.

Tabla 1. Criterios de definición del sobrepeso y obesidad en la población infantil según estándares nacionales e internacionales.

Índice de Masa Corporal Kg/M ²					
	OMS <5 años ⁽³⁴⁾	OMS 5-19 años ⁽⁴¹⁾	CDC ⁽⁴²⁾	IOTF ⁽³⁷⁾	F. Orbegozo ⁽⁴³⁾
Sobrepeso	+1DE>IMC \leq 2 DE ^a	+1DE>IMC \leq 2DE ^a	p85 \leq IMC <p95	IMC \geq 25 y <30	IMC \geq p85 y <p97
Obesidad	IMC>+2DE ^a	IMC>+2DE ^a	IMC \geq p95	IMC \geq 30	IMC \geq p97

^a Desviación estándar del IMC (IMC-DE).

Fuente: adaptado de Rolland-Cachera et al ⁽³¹⁾.

Implicaciones de las diferentes definiciones de sobrepeso y obesidad.

Para referirse al exceso de grasa corporal existen diferentes términos, tales como, riesgo de sobrepeso, exceso de peso, sobrepeso y obesidad; estos términos, aunque identifican una condición de riesgo para la salud, pueden variar teniendo en cuenta los criterios usados para su identificación; por ejemplo, según el CDC-2000 el sobrepeso es clasificado teniendo en cuenta el IMC entre el percentil 85 y 95, y obesidad aquel IMC por encima del percentil 95, y según la FO un percentil 95 aún corresponde a la categoría de sobrepeso y no de obesidad^(29,31). Esta falta de consenso limita la comparabilidad entre estudios⁽⁴⁴⁾.

1.3.3 Obesidad abdominal.

El término obesidad abdominal (OA). es usado para referirse al exceso de grasa visceral y es considerada como mejor predictor⁽⁴⁵⁾ del riesgo cardiometabólico^(5,29). Para su estudio se han propuesto dos parámetros que se describen a continuación:

Perímetro de cintura (PC): es una medida de grasa corporal que ha mostrado alta sensibilidad y especificidad como indicador de la grasa abdominal⁽⁴⁶⁾. La grasa abdominal induce y desarrolla las complicaciones metabólicas⁽¹⁰⁾ asociadas a la obesidad, y tiene alta correlación con las alteraciones de parámetros cardiometabólicos. Por esta razón ocupa un lugar importante en la valoración del riesgo⁽⁴⁷⁾. Existen dos técnicas para su medición, la relación cintura-cadera y la circunferencia abdominal teniendo como referencia la cicatriz umbilical o justo por encima de las crestas ilíacas. Aunque no existe consenso sobre cuál es la técnica de medición más apropiada para su valoración, varios autores sugieren que la circunferencia abdominal es el mejor indicador de grasa abdominal tanto en adultos como en la infancia^(48,49). En el año 2004, fueron publicadas las tablas de referencias con los respectivos percentiles específicos para edad, sexo y diferentes grupos poblacionales, construidas a partir de población infantil y adolescentes de Estados Unidos⁽⁴⁸⁾. La Federación Internacional de Diabetes (IDF por sus siglas en inglés) recomienda el uso de estas tablas y propone el percentil ≥ 90 como punto de corte para la definición de obesidad abdominal en la infancia⁽⁵⁰⁾.

Cociente Cintura Talla (CCT): En los últimos años se está propugnando definir la obesidad abdominal a partir de este indicador, ya que evalúa la acumulación excesiva de grasa abdominal y tienen la ventaja respecto al PC de ser independiente de la edad, sexo y estado puberal, por lo que no requiere estandarización⁽⁵¹⁾. El almacenamiento de grasa corporal en la parte superior del cuerpo debe ser evaluado en función de la estatura, por cuanto su medición varía entre personas de talla alta y baja⁽⁹⁾. No existe un

criterio único para definir obesidad abdominal mediante este indicador. Actualmente algunos investigadores proponen que un CCT > 0,50 define obesidad abdominal⁽⁵²⁾⁽⁵³⁾⁽⁵⁴⁾. Aunque se ha demostrado que este índice es estadísticamente aceptable para su uso en niños y adolescentes, no se ha investigado la sensibilidad de utilizar el corte de > 0,5 para identificar la obesidad abdominal o el riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV) en niños y adolescentes⁽²⁸⁾. El CCT cuenta con menor aceptación que el IMC y el PC, pero su utilización ha aumentado por la facilidad de su uso y porque se ha identificado como buen predictor de riesgo cardiometabólico⁽⁵³⁾; ha mostrado ser mejor que las otras medidas para predecir la grasa corporal, la grasa abdominal e índice de masa magra, lo que lo hace un mejor marcador de adiposidad corporal cuando se tiene en cuenta el efecto de la edad y el sexo y cuando las medidas directas de grasa subcutánea no están disponibles⁽⁵²⁾.

1.3.4 Otras mediciones y clasificaciones de la obesidad.

Existen otras técnicas para definir el exceso de grasa corporal, que cuentan con un grado de aceptación variable. Entre ellas se encuentra el grosor del pliegue cutáneo generalmente a la altura del tríceps y/o del pliegue subescapular. Algunos estudios sugieren que es una medición más directa de grasa corporal respecto al IMC⁽⁵⁵⁾, pero los errores asociados con su medición suelen ser más grandes y generalmente es una técnica más intrusiva que las del peso y talla. También se sabe que su precisión en la predicción de la grasa corporal varía según los sitios seleccionados y la ecuación utilizada⁽⁵⁶⁾.

Otra técnica no invasiva para el estudio de la obesidad es la Impedancia Bioeléctrica. Esta técnica permite la determinación de masa libre de grasa y el agua corporal total en sujetos sin anormalidades significativas de líquidos y electrolitos. Para su cálculo se requiere el uso de ecuaciones específicas que tienen en cuenta la edad y algunas patologías, pero adolece de métodos estandarizados y procedimientos de control de calidad⁽⁵⁷⁾, por lo que no se usan para estimaciones poblacionales. Por último, el Porcentaje de Obesidad (PO), es un concepto similar al de peso para la talla, por el cual el peso medido se evalúa como el porcentaje del peso estándar correspondiente a su talla. Su cálculo se hace a través de la fórmula:

$$PO = \frac{\text{peso medio} - \text{peso estándar}}{\text{peso estándar}} \times 100$$

El criterio para definir obesidad es un PO ≥ 20%, que técnicamente es el equivalente al percentil 90 del IMC⁽⁵⁾. De todas las técnicas descritas, el PO es

relativamente nuevo y cuenta con menor aplicación en el campo de investigación epidemiológica.

1.4. Persistencia y variación del estado ponderal

La prevalencia del sobrepeso y obesidad aumentó durante las décadas de los 80 a la del 2000 en la mayoría de los países industrializados⁽⁵⁸⁾. El desarrollo de la epidemia de obesidad en la infancia es atribuido principalmente a un incremento de su incidencia, la persistencia en ese estado⁽⁵⁹⁾ y a la poca probabilidad de pérdida de peso⁽⁵⁹⁻⁶¹⁾. La mayoría de estudios sobre la persistencia (“tracking”) de la obesidad en la infancia se han realizado en países anglosajones o del norte de Europa⁽⁶²⁾, existiendo escasa información en regiones mediterráneas donde la prevalencia de obesidad es más elevada⁽²²⁾, a excepción de los estudios Bogalusa⁽⁶³⁾, Fuiano et al.,⁽⁶⁴⁾ e IDEFICS⁽⁶⁵⁾, que alertan sobre la gran proporción de menores de la región con exceso de peso con alta probabilidad de mantenerse en ese estado.

1.4.1 Persistencia del sobrepeso y la obesidad en la niñez.

El desarrollo del sobrepeso durante los primeros 2-3 años de vida tienen más riesgo de persistir en esa condición durante los 4-5 años, y de continuar a los 6-7 años la probabilidad de mantenerse en exceso de peso aumenta de 6 a 16 veces más⁽⁶⁶⁾. Es de destacar, que durante la primera infancia (entre los 5 y 7 años aproximadamente) ocurren cambios hormonales y metabólicos secundarios al crecimiento y desarrollo conocido como el periodo de rebote adiposo⁽⁶⁷⁾. Este es un periodo crítico en el desarrollo de obesidad infantil debido a que aquellos menores que inician con sobrepeso este periodo tiene mayor probabilidad de persistir en exceso de peso a mayor edad⁽⁶⁷⁾. Esta probabilidad de persistencia aumenta si el periodo de seguimiento se limita a la infancia y adolescencia⁽⁶⁸⁻⁷⁰⁾.

1.4.2 Persistencia del sobrepeso y la obesidad desde la niñez a la adolescencia.

El estudio Bogalusa es uno de los principales estudios que en el año 1987 ya alertaba sobre la gran probabilidad de persistencia del exceso de grasa corporal en la adolescencia entre aquellos menores que se encontraban por encima del percentil 85⁽⁷¹⁾⁽⁶³⁾. Este patrón es sustentado por el análisis de otras cohortes^(72,73), cuyos resultados han encontrado que el riesgo de obesidad en la adolescencia puede determinarse durante la infancia media^(62,72,73). En España, solo se dispone de información

longitudinal a través de estudios locales como el realizado en escolares de 9-12 años de la ciudad de Cuenca con 6 años de seguimiento (1992-1998)⁽⁷⁴⁾. Este estudio concluye que los valores del IMC en la infancia están fuertemente asociados con los de la adolescencia, con una alta probabilidad (casi tres veces superior) en los que presentaban sobrepeso y obesidad de que continuaran manteniendo ese estado ponderal, a la vez que un 18% del total de la muestra eran nuevos casos de exceso de peso frente a un 6,5% de los que revertían hacia un peso normal⁽⁷⁴⁾.

Son diversos los factores que han sido asociados a la persistencia de la obesidad en la infancia, entre ellos, el estado socioeconómico, el peso de la madre durante la gestación^(15,16), el estado ponderal de los padres, la lactancia materna⁽⁶⁶⁾; y el peso al nacer ⁽⁶⁶⁾.

1.4.3 Persistencia del sobrepeso y obesidad desde la infancia a edad adulta.

La relevancia del estudio de la obesidad en la infancia, además de identificar las diferentes comorbilidades con las que puede estar asociada⁽²¹⁾, es su alta probabilidad de persistir en la adolescencia y en la vida adulta⁽⁷⁵⁾. Se ha estimado que aproximadamente el 55% de la población infantil con obesidad y el 70% de los adolescentes en esta condición, padecerán obesidad en la vida adulta, incrementando el riesgo de sufrir mayor carga de morbilidad⁽⁷⁶⁾, debido a que la obesidad en el adulto está asociada a importantes enfermedades cardiometabólicas así como a una mortalidad prematura^(77,78). Aunque la probabilidad de persistencia es de moderada magnitud⁽⁶⁹⁾, con una elevada variación entre estudios, teniendo en cuenta que el mayor riesgo para el desarrollo de obesidad a edades adultas es haber tenido sobrepeso u obesidad en edades previas⁽⁷⁰⁾, es de especial interés el abordaje de la obesidad desde edades tempranas de la infancia.

1.5. Estado de salud y calidad de vida relacionada con la salud

Diversas revisiones que incluyen principalmente estudios transversales, han examinado la relación del sobrepeso y la obesidad en la infancia con el estado de salud y la calidad de vida relacionada con la salud (CVRs), mostrando que a medida que aumenta el exceso de peso y la adiposidad, se produce un deterioro en la CVRS⁽⁷⁹⁻⁸²⁾ y es un factor de riesgo para tener un peor estado de salud^(83,84).

1.5.1 Estado de salud percibido.

El estado de salud percibido es considerado una medida resumen de numerosos aspectos de la salud tanto subjetiva como objetiva, que se combinan en un marco conceptual individual⁽⁸⁵⁾, y es constituido por información relevante sobre las condiciones, estados, sensaciones, entre otros aspectos, influenciados por las perspectivas individuales y sociales⁽⁸⁵⁾. El estado de salud percibido es una medida válida como predictor de mayor morbilidad y mortalidad, que incluye la capacidad de valorar aspectos no objetivos que tienen que ver con una definición amplia de salud^(86,87). En general, la salud percibida es un indicador global que abarca todos los dominios de la calidad de vida pero que ha mostrado representar mejor el componente de salud física⁽⁸⁸⁾. La evaluación de la percepción del estado de salud en los menores de edad no es sencilla, es por eso que cuando ellos son los sujetos de estudio se utiliza a menudo un evaluador “proxy”⁽⁸⁹⁾, generalmente los padres.

Los estudios sobre los efectos de la obesidad frecuentemente evalúan aspectos sujetos a interpretación médica, pero una evaluación adecuada de la salud también debe incluir la salud tal como la interpreta el propio individuo⁽⁹⁰⁾; el estado de salud percibido es considerado un indicador de interés debido a que provee de información que no es capturada por mediciones objetivas en salud, llegando a ser un indicador de la carga significativamente negativa de la obesidad en la salud⁽⁹¹⁾. La relación entre la obesidad y la percepción del estado de salud en la infancia y adolescencia a diferencia que en los adultos, muestra resultados pocos concluyentes⁽⁹²⁾, en el sentido que algunos estudios reportan una asociación negativa incluso desde épocas tempranas de la vida⁽⁹³⁾, mientras que otros no encuentran asociación⁽⁸³⁾⁽⁹⁴⁾. Solo conocemos los resultados de dos estudios longitudinales que han evaluado en población infantil y adolescente el efecto del sobrepeso y la obesidad sobre este indicador, encontrando en ambos un incremento del riesgo^(83,84) de tener un peor estado de salud.

1.5.2 Calidad de vida relacionada con la salud.

El término calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) ha sido propuesto como una medida sugestiva que integra una nueva visión sobre los indicadores de resultados en salud^(95,96). La CVRS denota una evaluación cognitiva de la vida, que representa aspectos cognitivos-evaluativos de la salud subjetiva y el bienestar, y puede estar influenciada por los factores contextuales y culturales que explican por sí mismo las diferencias existentes entre las personas⁽⁹⁵⁾. En otros términos, la CVRS es un

constructo multidimensional en el que convergen componentes físicos, emocionales, mentales, sociales y conductuales, del bienestar y la función percibida por los pacientes u otros observadores^(95,97).

En la infancia, la obesidad puede provocar efectos adversos en casi todos los sistemas del organismo⁽²¹⁾, incluyendo su efecto negativo en la CVRS de quien la padece; de hecho, diversas revisiones que incluyen principalmente estudios transversales, han examinado la relación del sobrepeso y la obesidad infantil con la CVRS, mostrando que a medida que aumenta el exceso de peso y la adiposidad se produce un deterioro en la CVRS ^(79–82,98). Sin embargo, la relación de la obesidad con la CVRS es compleja y puede ser bidireccional. Los pocos estudios longitudinales muestran resultados pocos consistentes, reportando una asociación negativa, en el sentido, que a mayor exceso de peso menor calidad de vida^(98–100), mientras que otros no encontraron esta asociación^(101,102). El deterioro de la CVRS con el aumento de peso, ha sido reportado con mayor consistencia en los dominios de bienestar físico y en las dimensiones de autopercepción⁽¹⁰³⁾.

1.5.3 Instrumentos de medición.

La evaluación del estado de salud percibido es relativamente sencillo y cuenta con bastante aceptación entre los investigadores, basándose sobre la evaluación auto informada de salud general mediante la pregunta a los encuestados: "¿Diría que su salud en los últimos 12 meses ha sido ...?", siendo las categorías de respuesta "excelente", "muy buena", "buena", "regular", "mala", "muy mala"⁽⁹⁵⁾. En menores esta pregunta puede ser realizada a los padres o cuidadores adaptándose su redacción: En los últimos doce meses, ¿en general, diría que el estado de salud de su hijo/a ha sido?, utilizándose las mismas categorías de respuesta.

Para la evaluación de la CVRS se ha documentado la existencia de varios instrumentos para su evaluación⁽⁸⁰⁾. Revisiones sistemáticas sobre el tema reportan aproximadamente 10 cuestionarios para su estudio en la infancia, seis cuestionarios genéricos y cuatro cuestionarios específicos para evaluar la CVRS en población infantil y adolescente con obesidad, como el Health-Related Quality of Life (HRQOL), Impact of Weight on Quality of Life for Adolescents (IWQOL-A), Impact of Weight on Quality of Life for Kids (IWQOL-Kids) and Youth Quality of Life for Instrument-Weight Module (YQOL-W). Esta diversidad en los instrumentos de medición ha representado una limitación a la hora de comparar resultados entre estudios⁽⁸⁰⁾.

Entre los cuestionarios genéricos para la evaluación de la CVRS destaca el Kidscreen, un instrumento útil para la población infantil y adolescente que surgió como

resultado del estudio Health Behaviour in School-aged Children (HBSC)⁽¹⁰³⁾. El Kidscreen-52, hace parte de la familia de instrumentos genéricos que comprende 52 ítems y evalúa 10 dimensiones, entre ellas: bienestar físico, psicosocial, estados de ánimos y emociones, autopercepción, autonomía, relación con los padres, recursos financieros, amigos y soporte social, ambiente escolar, acoso y aceptación social⁽¹⁰³⁾. Puede ser utilizado en la investigación clínica y epidemiológica manteniendo sus propiedades psicométricas. A partir del Kidscreen-52 han surgido versiones más resumidas como el Kidscreen-27⁽¹⁰⁴⁾ y el índice Kidscreen-10, que mediante 10 preguntas representan las dimensiones de la versión original, todas con cinco categorías de respuesta en escala Likert sobre: vitalidad, energía, bienestar, habilidad para concentrarse y para pasarlo bien con los amigos⁽¹⁰⁴⁾.

La aplicación del Kidscreen-10 en población infantil y adolescentes europeos ha mostrado que aquellos con exceso de peso tenían una menor puntuación de CVRS respecto a sus coetáneos con peso normal⁽¹⁰³⁾⁽¹⁰⁵⁾. En este grupo poblacional se ha encontrado que la asociación entre CVRS y el exceso de peso puede ser bidireccional⁽⁹⁸⁾ en el sentido que el exceso de peso se asocia a pobre CVRS y la pobre sensación de bienestar puede ser predictor del exceso de peso⁽⁹⁸⁾. España, con la validación de este instrumento, y su aplicación en estudios en el ámbito local, ha mostrado las mismas asociaciones con respecto a bajas puntuaciones de la CVRS con el exceso de peso. La Encuesta Nacional de Salud de España del año 2011 (ENSE-2011), mostró que uno de los factores asociados a peor CVRS en población entre los 8 y 14 años fue la obesidad⁽²⁶⁾

1.6 Obesidad y riesgo cardiometabólico

La obesidad en la infancia y en la edad adulta es un predictor de mayor riesgo de morbilidad y mortalidad⁽¹⁰⁶⁾, en especial, por enfermedades cardiovasculares. Entre los mecanismos atribuidos a esta relación se destaca la hiperactividad del sistema nervioso simpático⁽¹⁰⁷⁾(Ilustración 3), la resistencia a la insulina, y alteraciones en la estructura y función vascular⁽¹⁰⁸⁾, por lo que la relación entre la obesidad y enfermedades cardiometabólicas⁽¹⁰⁹⁾ puede ser compleja. En la infancia, la obesidad se ha asociado a alteraciones de la estructura vascular y cardíaca. Aunque las manifestaciones clínicas no aparecen hasta la tercera o cuarta década de la vida, la población infantil con obesidad presentan desde edades tempranas mayor riesgo de enfermedad arterioesclerótica^{(110)(111,112)}.

La obesidad, está incluida dentro del síndrome metabólico (SM), definido como la agregación de alteraciones de marcadores biológicos que en su conjunto inducen

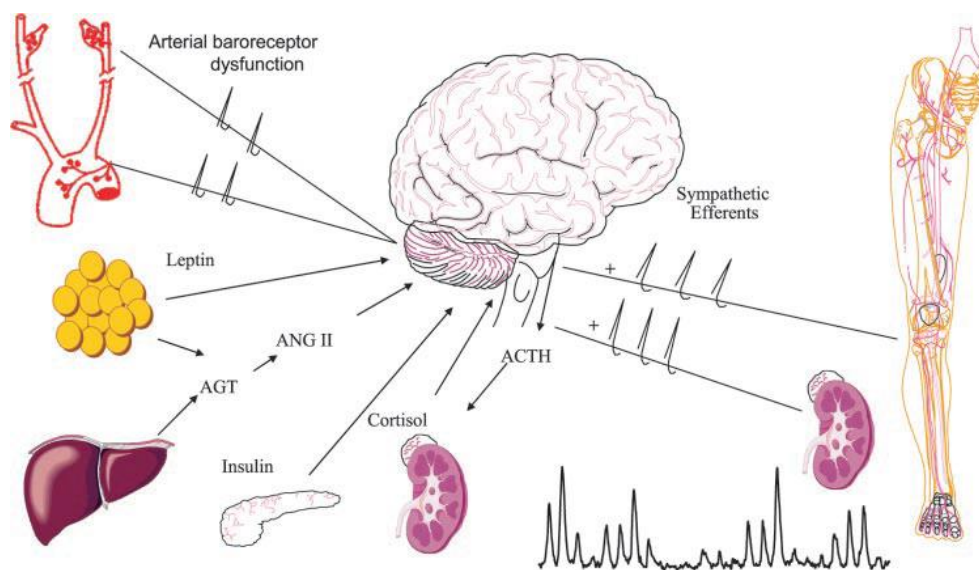
mecanismos fisiopatológicos comunes para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, que han sido descritos con bastante evidencia en los adultos y puede ser observado en la infancia. Se han propuesto varias definiciones de SM en la infancia aunque ninguna ha ganado aceptación universal, la mayoría de ellas son basadas en adaptaciones de los criterios para adultos y sus diferencias radican principalmente en los componentes incluidos y sus valores teóricos⁽¹⁰⁹⁾. En general, estas definiciones tienden a compartir criterios tales como la presión arterial, las medidas de lípidos en sangre, típicamente triglicéridos, colesterol LDL (LDL-C) o colesterol HDL (HDL-C) y un factor de riesgo relacionado con la diabetes (glucosa en ayunas, tolerancia a la glucosa o insulina), y también incluye indicadores de obesidad basados en el IMC o en la circunferencia abdominal⁽¹⁰⁹⁾.

La variedad de criterios para la definición de SM en la infancia hace que las estimaciones realizadas varíen considerablemente^(50,113), siendo aproximadamente el 3,3% en la población infantil general, 11,9% en menores de edad con sobrepeso, y de hasta el 29,2% en aquellos clasificados con obesidad⁽¹¹⁴⁾. Aunque la obesidad general (mediante el IMC) se asocia a peores parámetros cardiometabólicos, se observa mayores alteraciones de forma global con la obesidad abdominal respecto a la obesidad definida mediante el IMC⁽¹¹⁴⁾.

1.6.1 Obesidad y alteración de la presión arterial en la infancia.

La alteración de la presión arterial (PA) es uno de los parámetros del SM que ha sido asociado positivamente con la obesidad en la infancia⁽¹¹⁵⁾, aunque su prevalencia es difícil de evaluar debido a que las estimaciones varían dependiendo de las características de la muestra, los métodos de medición y criterios de clasificación utilizados⁽¹¹⁶⁾. Estudios como el IDEFICS, realizado en menores de 2 a 9 años de edad, reportó prevalencias de pre-hipertensión entre 12,1% y 13,2% en niños y niñas y de hipertensión (HTA) entre 9,1% y 11,3% respectivamente^(116,117). De todos los factores asociados a la HTA, la obesidad es la principal causa en la edad pediátrica; un menor de edad con obesidad tiene tres veces más probabilidades de tener HTA y la prevalencia se incrementa a medida que lo hace la edad y el grado de adiposidad⁽¹⁰⁸⁾. Durante la primera infancia aquellos niños y niñas con obesidad tienen mayores niveles de PA en la adolescencia tardía y este aumento puede ser de 4,18 mmHg en la presión arterial sistólica y de 4,4 mmHg en la diastólica⁽¹¹⁸⁾.

Ilustración 3. Posibles mecanismos fisiopatológicos de la obesidad y el riesgo cardiometabólico.



Fuente: Tomado de Davy KP, Hall JE.⁽¹⁰⁷⁾.

La HTA en la infancia generalmente coexiste con otros problemas cardiometabólicos, y aumenta un 35% la probabilidad de persistir elevada a edad adulta⁽¹¹⁹⁾. Los mecanismos fisiopatológicos que pueden explicar la relación entre la obesidad y la elevación de la presión arterial, es debida principalmente a un incremento del gasto cardíaco paralelo al aumento del consumo de oxígeno en reposo. Este gasto cardíaco en reposo puede alcanzar hasta 10 L/min en individuos con obesidad severa (en condiciones normales es de $\approx 4,5$ L/min). El volumen sistólico se incrementa como resultado de un volumen de sangre expandido y mayor presión de llenado ventricular, mientras que una frecuencia cardíaca en reposo más alta se debe principalmente a una reducción del tono vagal cardíaco⁽¹⁰⁷⁾.

Por otro lado, parte del aumento del gasto cardíaco observado en individuos con obesidad, se debe al flujo sanguíneo adicional requerido para perfundir el exceso de tejido adiposo. De hecho, el flujo sanguíneo del tejido adiposo puede representar entre un tercio y la mitad de todo el gasto cardíaco en reposo en individuos con obesidad severa. La evidencia disponible sugiere que el flujo de sangre al corazón, riñones, intestino y músculo esquelético también se eleva con la obesidad, que junto con el flujo sanguíneo del tejido adiposo se suman para aumentar el gasto cardíaco. Este mecanismo puede explicar la afectación de la obesidad en diferentes órganos que por su historia natural requieren mayor tiempo para manifestarse clínicamente.

La acumulación de grasa abdominal se asocia a niveles más bajos de gasto cardíaco y a mayor resistencia periférica en comparación con la obesidad corporal o subcutánea. No está claro si estas diferencias reflejan un fenotipo distinto o son simplemente el resultado de una mayor duración de la obesidad⁽¹⁰⁷⁾. Aunque estos hallazgos han sido documentados con mayor consistencia en adultos, algunos estudios longitudinales encuentran una fuerte asociación entre los indicadores de obesidad abdominal y el aumento de la presión arterial, principalmente de la sistólica, en menores de edad^(120,121). Sin embargo, otros estudios encuentran que la medición de obesidad abdominal no añade valor a la evaluación del riesgo cardiometabólico en la infancia respecto al IMC⁽¹²²⁾. Además, las fluctuaciones del estado ponderal en la infancia afectan el riesgo cardiometabólico en la edad adulta⁽¹²³⁾ por lo que la disminución del sobrepeso y obesidad en la infancia puede ser beneficiosa desde una perspectiva de salud pública⁽¹²⁴⁾ en la prevención del riesgo cardiometabólico.

Implicaciones de la clasificación de la presión arterial en la infancia.

A diferencia de la definición de HTA en el adulto, en la infancia esta definición es arbitraria y parte de la distribución normal de la PA en menores sanos, al igual de lo que sucede con las otras medidas antropométricas en la infancia. La presión arterial debe ser estandarizada teniendo en cuenta la talla, edad y sexo, con el objetivo de incluir las variaciones secundarias a estas variables biológicas⁽¹²⁵⁾. En España, desde el año 1995 a partir del estudio de factores de riesgo cardiovascular en la infancia y adolescencia, RICARDIN II, fueron elaboradas las tablas de referencias para la presión arterial sistólica y diastólica desde los 6 hasta 19 años de edad. Este estudio recomienda el uso de los criterios de clasificación del grupo de trabajo sobre la presión arterial en niños y adolescentes del Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos (*US Task Force, por sus siglas en inglés*) para definir hipertensión en la infancia, debido a la inexistencia de criterios unificados para su definición⁽¹²⁶⁾.

Al hablar de la tensión arterial en la infancia y adolescencia es necesario remitirnos a la guía realizada por la *US Task Force* publicada como *The fourth report on the Diagnosis, evaluation and treatment of high blood pressure in children and adolescents*, que fue publicada en el año 2004, y que actualiza la guía publicada en el año 1987. Esta nueva actualización incluyó desde el percentil 50 al 99 de la presión arterial sistólica y diastólica para edad, sexo y talla; y propuso la inclusión del término prehipertensión como categoría de riesgo susceptible de intervención para modificar el curso de la alteración⁽¹²⁷⁾. En Europa, la Sociedad Europea de Hipertensión elaboró la guía de hipertensión infantil publicadas en el año 2009 donde se adoptó los valores de

referencia correspondientes a los percentiles para cada edad y sexo desarrolladas por el método auscultatorio de la *US Task Force*. En su actualización publicada en el año 2016 mantuvo esta recomendación haciendo adaptaciones en las definiciones de alteración de la presión arterial para la adolescencia tardía. Las definiciones y categorías de la PA se describen en la tabla 2⁽¹²⁵⁾.

Tabla 2. Criterios de clasificación de la presión arterial en la infancia y adolescencia.

	US Task Force ⁽¹²⁷⁾	European Society of Hypertension ⁽¹²⁵⁾
Normal	TAS y/o TAD < p90	TAS y/o TAD < p90
Prehipertensión ^a	TAS y/o TAD ≥ p90 y < p95	TAS y/o TAD ≥ p90 y < p95
Hipertensión	TAS y/o TAD ≥ p95 en 3 ocasiones	TAS y/o TAD ≥ p95
Estadio 1		TAS y/o TAD ≥ p95 y < p99 + 5 ^b mmHg
Estadio 2		TAS y/o TAD ≥ p99 + 5 mmHg ^c
Hipertensión arterial sistólica aislada		TAS ≥ p95 y TAD < p90

^a European Society of Hypertension (ESH): define como TA normal alta la categoría de riesgo llamada prehipertensión por el Fourth report. Estos parámetros no incluyen la clasificación propuesta para la población de 16 y más años de edad.

^b Estadio 1: la definición parte entre el percentil 95 - 99 de la presión arterial sistólica y/o diastólica más 5 mmHg adicionales de la presión arterial TAS y/o TAD.

^c Estadio 2: la definición parte de un percentil mayor al >99 de la presión arterial sistólica y/o diastólica más 5 mmHg adicionales de la presión arterial TAS y/o TAD.

En el estudio de la PA existen dos métodos de medición: el auscultatorio, que consiste en la identificación de la PA arterial sistólica y diastólica teniendo en cuenta la auscultación de los ruidos Korotkoff, y el oscilométrico que en los últimos años se ha utilizado con más frecuencia por la facilidad que suponen los dispositivos automatizados⁽¹²¹⁾. Este último método requiere validación y comprobación de las cifras de PA con el método auscultatorio⁽¹²⁸⁾, por lo que este último aún se sigue recomendado para el estudio y seguimiento de la PA en la infancia⁽¹²⁷⁾.

1.7. Obesidad y demanda de asistencia sanitaria

El incremento de la obesidad en los últimos 20 años⁽¹²⁹⁾, ha tenido como consecuencia un aumento de los costes directos e indirectos asumidos por el sistema sanitario derivados de su atención. Estos costes se han estimado entre el 15% y 31% del total del gasto sanitario en algunos países⁽³¹⁾, atribuidos a una mayor demanda de los servicios sanitarios^(130,131) y de los costes sociales de la enfermedad⁽⁴⁵⁾. Y en segundo

lugar, aunque con menor evidencia que en los adultos, la obesidad infantil se asocia a una mayor demanda sanitaria⁽¹³²⁻¹³⁵⁾. Recientemente, Kinge y Morris⁽¹³⁶⁾ en su estudio sobre el impacto de la obesidad en la infancia y en el uso de los servicios sanitarios, clasifica los efectos de la obesidad en la demanda asistencial en:

Impacto causal: debido a que la obesidad tiene un impacto negativo en la salud y un impacto positivo en el uso de los servicios de salud. La obesidad puede perjudicar directamente la salud porque es un factor de riesgo importante para diferentes enfermedades, incluyendo la diabetes, esteatosis hepática, apnea del sueño, afecciones ortopédicas e hipertensión. Por otro lado, el estado de salud deficiente aumenta el uso de los servicios de salud porque las personas con obesidad son más propensos a utilizar los servicios de salud para controlar estas afecciones. Además, la obesidad puede aumentar directamente el uso del cuidado de la salud porque se les pueden prescribir más intervenciones sobre el estilo de vida y medicamentos.

Simultaneidad: La salud y el cuidado de la salud afectan a la obesidad; por ejemplo, una serie de condiciones de salud subyacentes en la niñez pueden resultar en una reducción del apetito y pérdida de peso⁽¹³⁶⁾ y viceversa.

Variables omitidas: Puede haber otras variables que afecten a la obesidad, la salud y el uso de los servicios de salud. Por ejemplo, es probable que los padres desempeñen un papel importante en la decisión del uso de los servicios de salud de sus hijos; por lo tanto, las características de los padres pueden influir en el consumo de los servicios de salud⁽¹³⁶⁾.

Otros factores que afectan en menor medida el uso de los servicios sanitarios son los errores en la medición de la obesidad en la infancia⁽¹³⁶⁾.

1.7.1 Atención primaria.

Existen pocos estudios que abordan la demanda asistencial de los servicios de atención primaria por parte de la población infantil con sobrepeso u obesidad, y los trabajos que lo abordan encuentran hallazgos pocos consistentes. Un estudio retrospectivo con una muestra de población infantil y adolescentes entre los 5 y 18 años de edad, concluyó que los menores clasificados con obesidad de acuerdo al IMC no presentan un aumento significativo en la demanda de consultas de atención primaria⁽¹³⁷⁾. Sin embargo, tres estudios longitudinales en esta población sí muestran un aumento de demanda de servicios sanitarios; Lynch BA et al.,⁽¹³⁸⁾ a partir de registros electrónicos, incluyendo el de peso y talla, concluyó que la obesidad se asoció a una

mayor incidencia de consultas de atención primaria; por su parte, Wake M. et al,⁽¹³⁹⁾ mostró que en el seguimiento de población infantil de 4-5 años de edad el estado actual de obesidad y su persistencia en el seguimiento se asoció a peor percepción del estado de salud y a problemas específicos como hipertensión (sistólica y diastólica) así como de manera menos consistente a problemas psicológicos que pueden representar mayor demanda asistencial. Kinge y Morris⁽¹³⁶⁾, por su parte concluyeron que la obesidad tiene efectos negativos sobre la salud en niños y adolescentes, y mayor uso de servicios de salud, incluso cuando los niños todavía son pequeños.

1.7.2 Hospitalización.

La asociación entre los ingresos hospitalarios y la obesidad en la infancia aún no llega a ser concluyente entre los estudios consultados. Solo un estudio mostró que el riesgo de hospitalización en menores clasificados con obesidad es de aproximadamente 2,6 superior en el seguimiento respecto aquellos con un peso normal⁽¹⁴⁰⁾. Por otro lado, los resultados del estudio realizado por Lynch BA et al.,⁽¹³⁸⁾ con datos longitudinales e información referida por los padres, no encontró asociación entre las categorías del estado ponderal y los ingresos hospitalarios. Teniendo en cuenta los pocos estudios que abordan esta asociación y a la divergencia entre los hallazgos reportados por los estudios consultados, se requiere mayor evidencia para evaluar el impacto de este problema de salud sobre la hospitalización.

1.7.3 Prescripción farmacológica.

Sobre la asociación de la obesidad durante la infancia y la prescripción farmacéutica se cuenta con poca información pero con mayor grado de consistencia que las descritas previamente sobre los otros servicios sanitarios. Los resultados del estudio longitudinal de Au N. et al,⁽¹⁴¹⁾ muestra una relación positiva entre la obesidad y la prescripción farmacológica, es decir, a mayor grado de obesidad mayor prescripción, siendo mayor esta relación si la obesidad persiste en el tiempo, y en especial se desarrolla a edades tempranas. En coherencia con estos hallazgos, Solmi F et al.,⁽¹⁴²⁾ concluye que los niños con obesidad son más propensos a usar más medicamentos regularmente debido a que tienen mayor afectación en su salud.

Implicaciones de la obesidad en el sistema sanitario.

La evidencia sobre la carga asistencial en el sistema sanitario debido a la obesidad en la infancia actualmente es muy variada y poco concluyente. Los estudios longitudinales en términos generales establecen que la obesidad extrema es el estado

que tiene mayor impacto en el sistema sanitario. Otros estudios longitudinales concluyen que a pesar que los menores clasificados con sobrepeso u obesidad reportan peor salud general, no son más propensos a informar problemas de salud específicos que podrían provocar una intervención de salud⁽¹³⁹⁾, y que la percepción del estado de salud de los menores por parte de los padres y la actividad física puede afectar esta relación de manera positiva o negativa⁽¹⁴³⁾.

Por otra parte, la literatura disponible está limitada por la heterogeneidad de los sujetos estudiados, especialmente por la combinación de grupos de edad analizados, los criterios para la definición de la obesidad y los resultados examinados⁽¹³³⁾. En parte, esto se debe a que la mayoría de los estudios consultados hacen un análisis retrospectivo^(137,144,145) a partir de registros administrativos de los sistemas sanitarios, en donde además no se registra rutinariamente otros indicadores usados para evaluar la obesidad, de ahí la escasa evidencia sobre los efectos de la obesidad abdominal en la demanda y uso del sistema sanitario.

2. HIPÓTESIS

El exceso de peso y la obesidad, especialmente si es mantenido en la infancia, se asocia a un peor estado de salud.

Hipótesis 1

El exceso de peso y la obesidad en la infancia se relacionan con una percepción de estado de salud subóptima y a una peor calidad de vida relacionada con la salud.

Hipótesis 2

El sobrepeso y la obesidad se asocian a un incremento de la presión arterial.

Hipótesis 3

El sobrepeso y la obesidad aumentan la demanda asistencial de servicios sanitarios.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la asociación del sobrepeso y la obesidad con el estado de salud y la demanda sanitaria en la infancia.

3.2 Objetivos específicos

- 1) Evaluar los cambios en el estado ponderal entre los 4 y 6 años de edad.
- 2) Determinar la percepción del estado de salud y la calidad de vida relacionada con la salud según la persistencia y variación del exceso de peso, la obesidad general y la obesidad abdominal.
- 3) Determinar la asociación de la presión arterial con el exceso de peso, la obesidad general y la obesidad abdominal.
- 4) Estimar la asociación de la demanda asistencial sanitaria y la prescripción farmacológica con el exceso de peso, la obesidad general y la obesidad abdominal.

El primer objetivo se desarrolló con el artículo 1, titulado: **Persistence and variation in overweight and obesity among the pre-school population of the Community of Madrid after 2 years of follow-up. The ELOIN cohort.**

El segundo objetivo se desarrolló con el artículo 2, titulado: **Parental perception of child health status and quality of life associated with overweight and obesity in early childhood.**

El tercer objetivo se desarrolló con el artículo 3, titulado: **Association between general and central adiposity and development of hypertension in early childhood.**

El cuarto objetivo se desarrolló con el artículo 4, titulado: **Demand for health services and drug prescriptions among overweight or obese preschool children.**

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Contexto del estudio

Esta investigación se desarrolló con los datos procedentes del Estudio Longitudinal de Obesidad INfantil – Cohorte ELOIN; se trata de un estudio de cohorte prospectivo de base poblacional⁽¹⁴⁶⁾ iniciado en el año 2012. La cohorte basal fue constituida por menores de 4 años con mediciones de seguimiento a los 6, 9, 12 y 14 años de edad (Tabla 3). Para el desarrollo de esta investigación se tuvo en cuenta la medición basal (4 años) y tras dos años de seguimiento, es decir, hasta los 6 años.

El estudio ELOIN, iniciado en el 2012, se está desarrollando en la Comunidad de Madrid por la Dirección General de Salud Pública, y tiene como objetivo estimar las variaciones de sobrepeso y obesidad en la infancia, determinar su asociación con factores sociodemográficos y de estilos de vida (lactancia, dieta, actividad física y sedentarismo), así como evaluar los efectos de la obesidad en la salud cardiometabólica, musculo esquelética, respiratoria, salud mental y en la calidad de vida relacionada con la salud⁽¹⁴⁶⁾.

Tabla 3. Cronograma de seguimiento de la cohorte ELOIN, 2012 - 2024.

2012-2013	2014-2015	2017-2018	2020-2021	2023-2024
T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
4 años de edad	6 años de edad	9 años de edad	12 años de edad	14 años de edad
Recogida de datos				
Exploración física	Exploración física	Exploración física	Exploración física	Exploración física
Cuestionario	Cuestionario	Cuestionario	Cuestionario	Cuestionario
Registro de historia clínica	Registro de historia clínica	Registro de historia clínica	Registro de historia clínica	Registro de historia clínica
		Analítica sanguínea		Analítica sanguínea

4.2. Población de estudio

La población diana del estudio fueron niños y niñas de 4 años de edad residentes en la Comunidad de Madrid, nacidos entre enero de 2008 a noviembre de 2009, pertenecientes al cupo de los 31 pediatras de la Red de Médicos Centinelas (RMC), en 16 Centros de Salud ubicados en la capital, 11 en la corona metropolitana y 4 en el

ámbito rural. Los participantes en el estudio se seleccionaron mediante un muestreo probabilístico por conglomerados polietápico, en el marco de la RMC⁽¹⁴⁷⁾. Se definieron 14 estratos según variables sociodemográficas para caracterizar las zonas básicas de salud (unidades de 1ª etapa). La población atendida por los médicos seleccionados (unidades de 2ª etapa), obtenida a partir de la base de datos de tarjeta sanitaria individual, fue la muestra a estudiar (147000 menores de edad), que representaba el 3% de la población entre 0-14 años atendida por los pediatras de la RMC. El diseño y característica de estudio han sido publicados previamente⁽¹⁴⁶⁾.

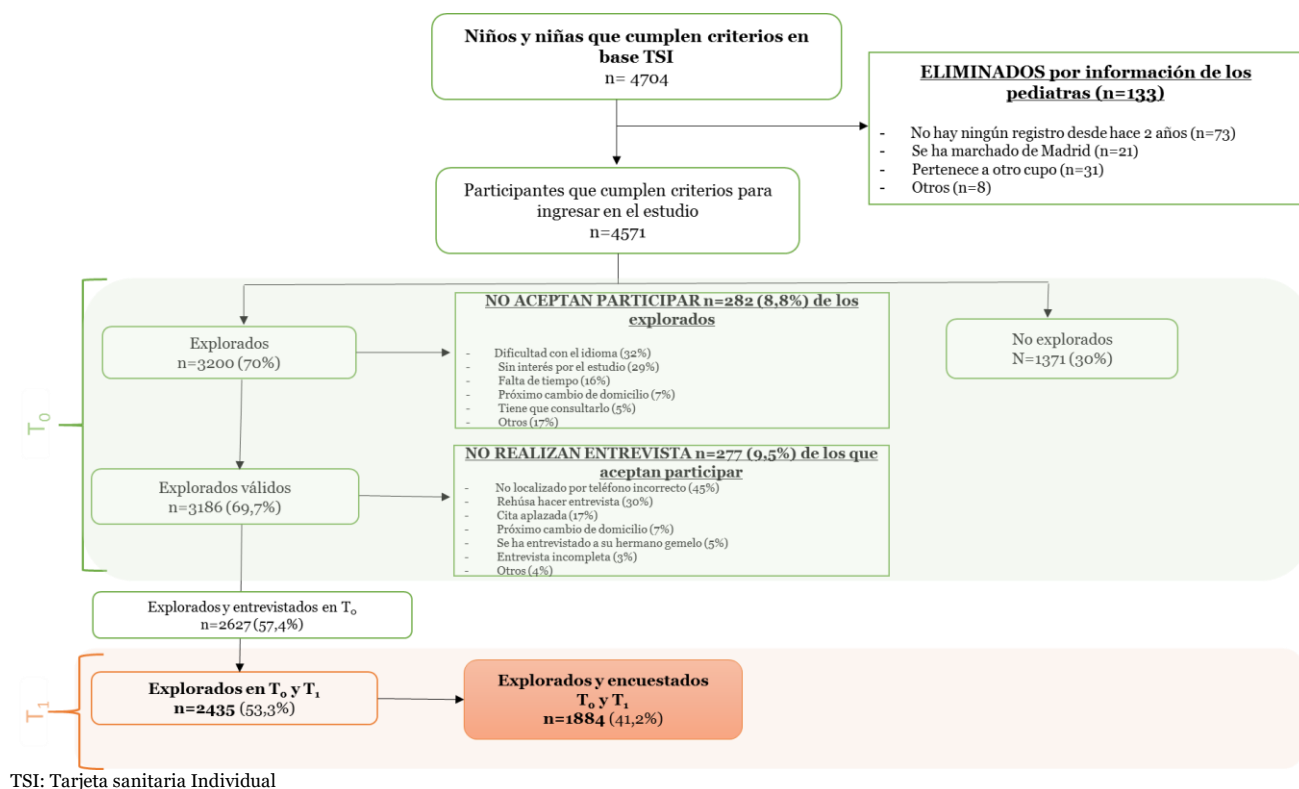
4.3. Tamaño de la muestra y reclutamiento de los participantes

La cohorte basal incluyó 4571 participantes (Ilustración 4). Al inicio del estudio fue enviada una carta a las familias seleccionadas explicándoles los objetivos del estudio y que acudiesen al pediatra. A los que aceptaron participar, el pediatra les informó con mayor detalle del estudio y recogió el consentimiento informado por escrito. La entrevista telefónica se realizó aproximadamente 15 días después de la exploración física, es decir, de la consulta con el pediatra.

Inicialmente, contaron con exploración válida 3186 (69,7%) participantes, de los cuales 2627 también realizaron la entrevista familiar (57,4%). La ilustración 4, muestra el diagrama de flujo de los participantes en el estudio en la medición basal y en el seguimiento. Los datos del estudio basal han sido publicados en dos boletines epidemiológicos de la Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid⁽¹⁴⁸⁾⁽¹⁴⁹⁾. Las razones más frecuentes de no participación fueron: las dificultades idiomáticas, la falta de tiempo o motivación de los padres, por cambio de pediatra y por traslado a otra comunidad autónoma o país de origen.

Inicialmente este estudio incluyó 2435 participantes que contaban con la exploración física a los 4 y 6 años de edad. Los principales resultados presentados en esta tesis parten de 1884 niños y niñas que contaban con la exploración y respondieron el cuestionario en los dos periodos de estudio, es decir, a los 4 (T_0) y a los 6 años de edad (T_1), como se describe en la ilustración 4.

Ilustración 4. Diagrama de flujo de los participantes en la cohorte ELOIN durante la medición basal (T_0) y seguimiento (T_1).



Fuente: adaptado de Ortiz-Marrón H., et al.

4.4. Descripción de los participantes en el estudio

Las características sociodemográficas de los participantes en el estudio se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Características sociodemográficas de los participantes en el estudio basal (T_0) de la cohorte ELOIN.

Características	Niños (n=1334)		Niñas (n=1293)		Total (n=2627)	
	n		n		n	
Edad (meses), media (DE)	48,6 (1,6)		48,6 (1,6)		48,6 (1,5)	
País de nacimiento de la madre, %						
España	989	74,1	951	73,5	1940	73,8
Latinoamérica	181	13,6	194	15	375	14,3
Resto de países	164	12,3	148	11,4	312	11,9
País de nacimiento del padre, %						
España	964	72,3	916	70,8	1880	71,6
Latinoamérica	149	11,2	164	12,7	313	11,9
Resto de países	221	16,6	213	16,5	434	16,5

Continuación tabla 4

Nivel de educativo de la madre, %						
Primarios o inferiores	54	4,0	39	3,0	93	3,5
Secundarios primer grado	279	20,9	262	20,3	541	20,6
Secundarios segundo grado	436	32,7	454	35,1	890	33,9
Universitarios técnicos	171	12,8	183	14,2	354	13,5
Universitarios superiores	392	29,4	353	27,3	745	28,4
No sabe/No contesta	2	0,1	2	0,2	4	0,2
Nivel de educativo del padre, %						
Primarios o inferiores	67	5	67	5,2	134	5,1
Secundarios primer grado	283	21,2	272	21,0	555	21,1
Secundario segundo grado	404	30,3	395	30,5	799	30,4
Universitarios técnicos	108	8,1	114	8,8	222	8,5
Universitarios superiores	336	25,2	325	25,1	661	25,2
No sabe/No contesta	136	10,2	120	9,3	256	9,7
Clase social de la cabeza de familia, %^a						
I (Mayor)	256	19,2	238	18,4	494	18,8
II	328	17,8	247	19,1	485	18,5
III	269	20,2	245	18,9	514	19,6
IV	428	32,1	438	33,9	866	33
V (Menor)	129	9,7	105	8,1	234	8,9
No trabaja/nunca trabajó	6	0,4	13	1	19	0,7
No sabe/no contesta	8	0,6	7	0,5	15	0,6
Capacidad adquisitiva familiar, %						
Alta	424	31,8	412	32,1	825	31,9
Media	495	37,1	465	36	960	36,5
Baja	413	31	415	31,9	839	31,4
No contestan	2	0,1	1	0,1	3	0,1
Lugar de residencia, %						
Rural	244	18,3	218	16,9	462	17,6
Corona metropolitana	613	46	548	42,4	1161	44,2
Madrid municipio	477	35,8	527	40,8	1004	38,2

a Clase social del cabeza de familia: Clase I: Directivos de la administración y de empresa de 10 o más asalariados. Profesionales asociadas a titulaciones de 2º y 3º ciclo universitario. Clase II: Directivos de empresa con menos de 10 asalariados. Profesiones asociadas a títulos de 1º ciclo universitario. Técnicos y profesionales de apoyo. Artistas y deportistas. Clase III. Empleados de tipo administrativo y profesionales de apoyo a la gestión administrativa y financiera. Trabajadores de los servicios personales y de seguridad. Trabajadores por cuenta propia. Clase IV. Trabajadores manuales cualificados y semicualificados. Clase V. Trabajadores manuales no cualificados.

Fuente: Adaptado de Ortiz-Marón H., et al.

Las características antropométricas, presión arterial y de estilos de vida de los participantes al ingreso en el estudio se describen en la tabla 5. Los participantes se caracterizaron por presentar un IMC medio de 15,9 kg/m² y una presión arterial sistólica y diastólica media de 88,5 y 51,6 mmHg. La ingesta media de hidratos de carbono fue de 22,6 g, proteínas de 87,5 g y lípidos de 82,4 g. La media de raciones de consumo al día de frutas fue de 1,9 y de verduras de 1,7. La hora promedio semanal de actividad física fue de 2,7 y de uso de televisión/videoconsola/ordenadores de 2,7 horas al día⁽¹⁴⁹⁾.

Tabla 5. Características de los participantes en el estudio basal (T₀) de la cohorte ELOIN.

Parámetros	Niños	Niñas	Total
	(n = 1.334)	(n = 1293)	(n = 2627)
Peso (kg)	17,2 (2,4)	16,9 (2,5)	17,0 (2,5)
Talla (cm)	103,9 (4,4)	103,0 (2,3)	103,4 (4,4)
IMC (kg/m ²)	15,9 (1,5)	15,9 (1,7)	15,9 (1,6)
Perímetro cintura (cm)	51,8 (3,9)	52,3 (4,3)	52,0 (4,1)
Presión arterial sistólica (mmHg)	88,8 (8,9)	88,1 (9,0)	88,5 (8,9)
Presión arterial diastólica (mmHg)	51,5 (8,7)	51,7 (8,8)	51,6 (8,8)
Frecuencia de desayuno diario (%)	98,2	96,8	97,5
Lactancia materna exclusiva (meses)	3,2 (2,5)	3,4 (2,4)	3,3 (2,4)
Ingesta de hidratos de carbono (g/día)	231 (68,9)	222,2 (63,8)	226,9 (66,6)
Ingesta de proteínas (g/día)	88,0 (24,9)	86,9 (24,3)	87,5 (24,6)
Ingesta de lípidos (g/día)	83,2 (20,3)	81,4 (19,7)	82,4 (20,1)
Consumo de frutas (raciones/día)	1,8 (1,1)	1,9 (1,1)	1,9 (1,1)
Consumo de verduras (raciones/día)	1,6 (0,9)	1,7 (4,0)	1,7 (2,9)
Horas de sueño (horas/día)	10,5 (1,1)	10,5 (1,1)	10,5 (1,1)
Actividad física (horas/semana)	2,7 (1,7)	2,7 (1,6)	2,7 (1,7)
Uso TV, consola y ordenador (horas/día)	2,8 (1,7)	2,7 (1,7)	2,7 (1,6)

IMC: índice de masa corporal; TV: televisión.
 Salvo otra indicación, las cifras expresan media desviación estándar.
 Fuente: Adaptado de Ortiz-Marón H., et al.

4.5. Fuentes de información

Las fuentes y variables de estudio son descritas a continuación y resumidas en la tabla 6.

1) Exploración física: Se realizó una exploración física con dos mediciones estandarizadas de peso, talla, perímetro de cintura y presión arterial a cada participante del estudio.

- El peso se midió con báscula con escala digital (SECA® modelo 220, precisión 0,1 kg).
- La talla se midió mediante tallímetro telescópico (SECA® modelo 220, precisión 1 mm).
- El perímetro de cintura se midió en bipedestación con cinta métrica inextensible con hebilla (SECA® modelo 203, precisión 1 mm) dispuesta inmediatamente por encima de las crestas ilíacas.

- d) La presión arterial (PA) se determinó mediante esfigmomanómetro anerode validado (Riester® modelo BigBen) y manguitos infantiles. Se utilizó el primer ruido de Korotkoff para la PA sistólica y el 5º para la diastólica.

Se realizó una tercera medición cuando entre la primera y segunda medición hubo diferencias mayores de 5 mmHg. El valor utilizado para los análisis fue la media de las mediciones.

2) Cuestionario mediante entrevista telefónica asistida por ordenador:

El cuestionario fue respondido por la persona responsable de la alimentación del menor e incluyó los siguientes módulos:

- a. *Variables sociodemográficas:* mayor nivel de estudios, situación laboral y país de nacimiento de los padres; clase social del cabeza de familia, para su definición se utilizó la propuesta de la Sociedad Española de Epidemiología basada en la clasificación nacional de ocupaciones: Clase I: Directivos de la administración y de empresa de 10 o más asalariados. Profesionales asociadas a titulaciones de 2º y 3º ciclo universitario. Clase II: Directivos de empresa con menos de 10 asalariados. Profesiones asociadas a títulos de 1º ciclo universitario. Técnicos y profesionales de apoyo. Artistas y deportistas. Clase III. Empleados de tipo administrativo y profesionales de apoyo a la gestión administrativa y financiera. Trabajadores de los servicios personales y de seguridad. Trabajadores por cuenta propia. Clase IV. Trabajadores manuales cualificados y semicualificados. Clase V. Trabajadores manuales no cualificados.⁽¹⁵⁰⁾ *Capacidad adquisitiva familiar a través de la Family Affluence Scale* (FAS II por sus siglas en inglés). Este índice fue estimado mediante cuatro ítems: número de veces que los menores salieron de vacaciones con su familia en los últimos 12 meses; tener coche propio o furgoneta en la familia; tener dormitorio para él/ella solo/a; número de ordenadores que tiene la familia⁽¹⁵¹⁾.
- b. *Estado de salud y enfermedades del menor referido por los padres:* estado de salud percibido por los padres, limitación funcional, y problemas específicos de salud alguna vez y en el último año (asma, alergia, diabetes, tumores malignos, epilepsia, trastornos de la conducta, trastornos mentales, lesiones permanentes debidas a un accidente, otras enfermedades).
- c. *Hábitos dietéticos y estilos de vida:* frecuencia de desayuno, tiempo de lactancia materna total y exclusiva, frecuentación de lugares de comida rápida, descanso

(horas de sueño y juegos), ejercicio físico: horas semanales de actividad física (escolares y extraescolares) y actividades sedentarias ligadas a pantalla (horas dedicadas a ver la televisión o jugando con el ordenador o la consola, disponibilidad de normas para su uso). De los padres se recoge información de peso y talla, actividad física individual y en familia.

- d. *Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos semicuantitativo*: diseñado a partir del cuestionario de Martín-Moreno et al⁽¹⁵²⁾ y adaptado con información de la encuesta de nutrición infantil de la Comunidad de Madrid de 2001⁽¹⁵³⁾. Incluye 123 ítems de alimentos (únicos o agrupados por similitud). Para cada ítem se preguntó la frecuencia de consumo (diario, semanal, mensual o anual) en el último año, teniendo en cuenta también el consumo estacional.
- e. *Cuestionario de calidad de vida relacionada con la salud: mediante el KIDSCREEN -10*, versión para cumplimentar por los padres o el responsable del menor, validado para población europea y española⁽¹⁰⁴⁾.

3) Información de registros clínicos: En la Comunidad de Madrid existe la Historia clínica electrónica única para todos los centros de Atención Primaria (programa AP-Madrid). Esto permite mediante un identificador único individual, garantizar la trazabilidad de su historia clínica de atención primaria AP y descargar la información registrada de: evolución de curvas de crecimiento (IMC), morbilidad atendida, datos clínicos, uso de medicamentos y frecuentación. Los episodios están codificados con la Clasificación Internacional de Atención Primaria (CIAP-2)⁽¹⁰⁴⁾.

Tabla 6. Métodos de recolección y variables de estudio.

Variables	Medidas de interés	
Exploración Física: Antropometría	Estado ponderal	Medidas de peso, talla, perímetro abdominal y presión arterial sistólica y diastólica
		Índice de masa corporal
		Peso y talla del menor referidos por el acompañante
		Diagnósticos de morbilidades: alergia, asma, hipertensión arterial, etc.
Entrevista telefónica asistida por ordenador: Cuestionario	Hábitos de alimentación, calidad de vida, dieta, actividad	Lactancia materna e introducción de alimentos.
		Ingesta de energía: alimentos, macronutrientes y micronutrientes basados en tablas de composición de alimentos.
		Hábitos alimentarios: cambios de dietas, comidas en el colegio, comidas habituales a lo largo del día, frecuencia de comida rápida.

Continuación tabla 6

de alimentación y estilos de vida	física, sueño, uso de pantallas y entorno de residencia	Actividad física (horas/semana), sueño (horas/días), uso de ordenador, TV o videojuegos (horas/día). Calidad de vida relacionada con la salud (a partir de los 6 años).
		Padres: peso y talla referidos.
		Actividad física y sedentarismo.
		Condiciones del barrio para practicar actividad física.
	Factores sociales	Estado socioeconómicos, tamaño/estructura familiar y nivel de estudios adquisitivos de los padres.
Registros		
clínicos: historia clínica de atención primaria (APMADRID) y especializada (CMBD)	Historial médico y prescripción de medicamentos	Índices antropométricos, problemas de salud y morbilidad diagnosticada, hábitos de alimentación y descanso.
		Prescripción de medicación y vacunas.
		Utilización de servicios de asistencia sanitaria.

4.6. Consideraciones éticas

Se trabajó con los datos anonimizados obtenidos a partir de la cohorte ELOIN, cuyo protocolo del estudio basal fue aprobado el 30 de mayo del 2011 por parte del Comité Ético del Hospital Ramón y Cajal mediante acta nº 242 y número de registro 44/10. A partir del estudio fue creada una base de datos centralizada incluida en el Sistema de Información de Salud Pública y Alimentación (SISPAL), que cumple con todos los criterios establecidos en la Ley 8/2001 de 13 de julio, de protección de datos de carácter personal.

Todos los padres o responsables de los participantes en el estudio dieron su consentimiento informado por escrito en la primera consulta con el pediatra.

4.7. Definición de variables y análisis estadístico

Las variables dependientes principales de esta investigación fueron: el estado de salud percibido, la calidad de vida relacionada con la salud, la presión arterial sistólica y diastólica y la demanda asistencial del sistema sanitario. Las variables independientes principales fueron las categorías de sobrepeso y obesidad (general y abdominal) según los diferentes métodos de clasificación y sus variaciones en el tiempo de seguimiento.

A continuación se detalla las definiciones de variables y el plan de análisis estadístico para cada uno de los objetivos del estudio.

4.7.1 Mantenimiento y cambios en el estado ponderal.

Para dar cumplimiento al objetivo 1, de evaluar el mantenimiento y/o cambios en el estado ponderal entre los 4 y 6 años, se utilizaron los datos de 2435 participantes que contaban con la exploración basal y en seguimiento (Ilustración 4). A partir del peso y talla medio se realizó el cálculo del IMC; debido a que no existe una definición de sobrepeso y obesidad en la infancia que cuente con aceptación universal, el IMC fue estandarizado con las tablas de referencias y clasificado según las propuestas de la OMS⁽⁴²⁾, la International Obesity Task Force (IOTF)⁽³⁷⁾ y las de la Fundación Orbegozo-Hernández (FO-2004)⁽⁴⁰⁾ conforme se describe en la tabla 1. Este procedimiento facilitó la comparabilidad de nuestros resultados con otros estudios en el ámbito nacional e internacional.

En primer lugar, se valoró la concordancia del peso a los 4 y 6 años, y del IMC de forma continua que fueron representados a través de gráficos de Bland y Altman y suavizados no paramétricos, para evaluar la relación funcional entre las dos mediciones. Se estimaron los coeficientes de correlación intraclase del IMC, y el coeficiente Kappa (ponderado y sin ponderación) para valorar la concordancia de normopeso y bajo peso, sobrepeso y obesidad. Las razones de prevalencia y significación estadística del estado ponderal clasificado como sin exceso de peso (participantes clasificados en normopeso y bajo peso), sobrepeso y obesidad entre los 4 y 6 años de edad, se calcularon mediante modelos de ecuaciones de estimación generalizadas utilizando la distribución binomial⁽¹⁵⁴⁾. Se evaluó la estabilidad del estado ponderal clasificado como no exceso de peso, sobrepeso y obesidad entre los 4 y 6 años de edad, estimando la concordancia mediante el test de kappa ponderado con asignación de pesos cuadráticos. Para representar las distribuciones poblacionales del IMC a los 4 y 6 años de edad, se calcularon las funciones de densidad con estimaciones Kernel (función de Epanechnikov)⁽¹⁵⁵⁾.

Para hacer el análisis longitudinal del estado ponderal de los participantes con sobrepeso y obesidad según los criterios descritos previamente, se creó una nueva variable denominada “exceso de peso”, que agrupaba a los participantes clasificados con sobrepeso y obesidad debido al escaso número de participantes clasificados con obesidad a los 4 años (5%), y “sin exceso de peso” aquellos clasificados sin sobrepeso-obesidad. Estas categorías permitió estimar los cambios globales entre los 4 y 6 años, mediante la construcción de cuatro grupos teniendo en cuenta la clasificación en la medición basal y en el seguimiento: a) Persistente sin exceso de peso: participantes que mantuvieron su estado ponderal sin exceso de peso; b) Persistente en exceso de peso: participantes que permanecieron con exceso de peso; c) Incidentes: casos nuevos con

exceso de peso. d) Remisión: participantes que cambiaron de exceso de peso a un estado ponderal sin exceso de peso.

Definición de la obesidad abdominal como otra variable independiente principal de estudio.

A partir de los análisis correspondientes al objetivo 2, se incorpora la definición de obesidad abdominal mediante el perímetro de cintura (PC), y más adelante, específicamente en el objetivo 3, la definición de obesidad abdominal mediante el cociente cintura-talla (CCT) como variables independientes principales al igual que las definiciones usadas mediante el IMC según la clasificación de la OMS. La obesidad abdominal fue definida mediante PC estandarizado con las tablas específicas para edad y sexo de la población infantil y adolescente Europeos-Americanos según las tablas de referencia de Fernández et al.,⁽⁴⁸⁾ a partir del percentil 90 de esta medida según la recomendación de la IDF⁽⁵⁰⁾. La obesidad abdominal mediante el CCT (cm/cm)⁽⁵¹⁾ fue definida mediante el percentil 90. Con la clasificación de obesidad abdominal (PC y CCT) (si/no), se creó una nueva variable para evaluar los cambios de la obesidad abdominal en la medición basal y durante el seguimiento usando las mismas categorías que con la clasificación del IMC: a) Persistente sin obesidad abdominal: participantes que mantuvieron su estado sin obesidad abdominal; b) Persistente con obesidad abdominal: participantes que permanecieron con obesidad abdominal; c) Incidentes: casos nuevos con obesidad abdominal. d) Remisión: participantes que cambiaron a un estado sin obesidad abdominal.

4.7.2 Percepción del estado de salud y calidad de vida relacionada con la salud.

Para el cumplimiento del objetivo 2, de determinar la asociación de la percepción del estado de salud y calidad de vida relacionada con salud con la persistencia y variación del exceso de peso, obesidad general y obesidad abdominal se analizó en dos secciones:

Primero, se evaluó el estado de salud percibido en los últimos 12 meses referido por el responsable del menor, definiendo salud óptima la agrupación de las categorías de respuestas: Muy bueno-bueno; y como salud subóptima: las categorías: regular-malo-muy malo. El estado de salud percibido (óptimo/subóptimo) a la edad de 6 años, se analizó en dos modelos de regresión logística separados (uno que incorporaba el exceso de peso como la variable independiente principal y el otro que incorporaba la obesidad abdominal), con los que se obtuvieron los odds-ratios (OR), sus intervalos de

confianza del 95% y los valores de *p*. Debido al interés en los casos incidentes de salud subóptima, se excluyó del análisis a los niños con un estado de salud subóptima a los 4 años de edad.

La segunda parte de este análisis lo constituyó la calidad de vida relacionada con la Salud (CVRS) mediante el cuestionario Kidscreen-10 medido a los 6 años de edad como variable dependiente principal. El Kidscreen-10 lo constituyen 10 preguntas y las categorías de sus respuestas cumplen las asunciones de los modelos Rasch para hacer una interpretación más sencilla. Las puntuaciones de las escalas Rasch se tradujeron en T-valores con media de 50 y desviación estándar de 10, indicando puntuaciones más altas una mejor CVRS⁽⁴⁵⁶⁾. El resultado, CVRS (puntuación Kidscreen-10), se analizó en dos modelos de regresión lineal separados (uno para el estado ponderal mediante el z-IMC y otro para la obesidad abdominal), y se calcularon los coeficientes β , los intervalos de confianza del 95% y los valores de *p*.

Todos los modelos de análisis incluidos en este apartado fueron ajustados por las variables sociodemográficas: sexo, edad (en meses), la capacidad adquisitiva familiar estimada a través de la Family Affluence Scale, clasificando según la puntuación en baja (0–5 puntos), media (6–7 puntos) y alta (8–9 puntos)⁽⁴⁵⁷⁾ y nivel de estudios de la madre. Otras variables de ajustes fueron: tiempo de lactancia materna, ejercicio físico: horas semanales de actividad física (escolares y extraescolares) y actividades sedentarias ligadas al uso de pantallas (horas dedicadas a ver la televisión o jugando con el ordenador o la consola) durante la semana y fines de semana, descanso (horas de sueño y juegos). Los modelos de análisis de la CVRS fueron ajustados con el conjunto de covariables descritos anteriormente; adicionalmente, también se incluyó el estado de salud percibido por los padres a la edad de 4 años. Se exploraron las interacciones de los indicadores de sobrepeso, obesidad general y obesidad abdominal y sus cambios en el tiempo con el sexo y la capacidad adquisitiva familiar.

Finalmente, a partir de los 1884 participantes con exploración física y entrevista en T₀ y T₁, fueron excluidos para estos análisis 13 participantes por ausencia en la respuesta de las preguntas del Kidscreen-10, y 18 participantes sin valoración del perímetro de cintura que permitiera la evaluación de la obesidad abdominal. Teniendo en cuenta los valores perdidos en las covariables, el tamaño de la muestra final en los modelos de análisis estuvo constituido por 1723 y 1707 para la evaluación del estado de salud, y 1869 y 1851 participantes para CVRS respectivamente.

4.7.3 Alteración de la presión arterial sistólica y diastólica.

Para el cumplimiento del objetivo 3, de determinar la asociación de la presión arterial con el sobrepeso, la obesidad general y abdominal, fueron usados los valores medios de tensión arterial sistólica y diastólica y estandarizados para la edad, sexo y talla según las tablas incluidas en el National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents⁽¹²⁷⁾, debido a que era la única tabla que incluía valores de referencia para población de 4 años de edad. Con estos valores estandarizados se calcularon los percentiles para clasificar a cada participante según la medición basal y en el seguimiento, de acuerdo a las siguientes categorías: presión arterial normal (percentil <90), pre-hipertensión (percentil > 90 y ≤95), hipertensión arterial (percentil >95). Se consideró presión arterial elevada (o alterada) a partir de la categoría de pre-hipertensión.

Debido a que se contaba con la medición de la presión arterial (como variable continua) y sus categorías después de ser estandarizada, primero fueron elaborados modelos de regresión lineal por separados para los valores medios de tensión arterial sistólica y diastólica a los 6 años de edad (del seguimiento) con cada uno de las variables independientes principales del estado ponderal según el z-IMC y los indicadores de obesidad abdominal (PC y el CCT) correspondientes a la medición basal, es decir, a los 4 años. También fueron elaborados otros modelos teniendo en cuenta la misma variable dependiente y los cambios de cada una de las medidas antropométricas (IMC, PC y CCT) durante el seguimiento. Obteniéndose los coeficientes β crudos y ajustados con sus respectivos intervalos de confianza al 95% y valores de p.

Utilizando la clasificación de la presión arterial elevada fueron elaborados modelos de regresión logística, usando como variables independientes las medidas antropométricas del estado ponderal (IMC) y obesidad abdominal a los 4 años, así como para las categorías de cambios o mantenimiento en el seguimiento. Mediante estos modelos se estimaron los odds ratios (OR) crudos y ajustados de tener presión arterial elevada a los 6 años, con sus intervalos de confianza al 95% y valores de p. Todos los modelos mencionados fueron ajustados por las covariables: sexo, edad (en meses), capacidad adquisitiva familiar, estudios de la madre, tiempo de lactancia materna, tiempo dedicado a la actividad física y horas de sueño, así como con los valores basales de la presión arterial (es decir, las mediciones de los 4 años de edad).

De los participantes en T₀ y T₁, para este análisis se excluyeron 170 participantes con alteración de la presión arterial en la medición basal y otros 15 que no contaban con valores del PC en la medición basal. Finalmente, fueron incluidos 1796 participantes

con valores válidos de presión arterial sistólica y diastólica. Teniendo en cuenta también los valores perdidos en las covariables, el tamaño muestral final para cumplir con este objetivo lo constituyeron entre 1612 y 1796 participantes según la variable independiente principal analizada.

4.7.4 Demanda y frecuencia de uso del sistema sanitario.

Para el cumplimiento del objetivo 4, se partió de los participantes con datos en T_0 y T_1 ($n=1884$) y fueron excluidos 21 menores clasificados con bajo peso en la medición basal (4 años), así como otros 7 participantes sin valores para el perímetro de cintura a los 4 años. La muestra final para este análisis estuvo constituida por 1851 y 1857 niños y niñas. De estos participantes se consultó la historia clínica electrónica entre los 4 y 6 años de edad, y de ella se utilizó: a) número de consultas ambulatorias, b) número medicamentos prescritos (crónicos y agudos) y c) número de diagnósticos con algún código de diagnóstico general del paciente (DGP): registrados mediante la Clasificación Internacional de Atención Primaria 2 (CIAP-2) que fueron agrupadas por aparatos. Los registros de altas hospitalarias se obtuvieron mediante el conjunto mínimos de datos básicos (CMBD) de hospitalizaciones en centros hospitalarios públicos y privados, desde su ingreso al estudio hasta los 6 años cumplidos.

En primer lugar, se realizó análisis descriptivo y contraste de hipótesis bivariante, utilizando para la comparación de medidas el test de t de student o el análisis de la varianza asumiendo como hipótesis nula la igualdad en el promedio del número de visitas en atención primaria, prescripción de medicamentos y en el número de ingresos hospitalarios para cada variable y sus categorías según sus características.

En segundo lugar, como fue detectada sobredispersión de los datos se elaboraron modelos multinivel de regresión binomial negativa incluyendo la identificación del pediatra como factor aleatorio, para poder evaluar el número de consultas de atención primaria, medicamentos prescritos y las admisiones hospitalarias ocurridas durante el periodo de seguimiento, así como el número de consultas específicas por los principales aparatos o sistemas como variables dependiente principal. El estado ponderal y la presencia de obesidad abdominal a los 4 años de edad fueron las variables independientes principales.

Se realizaron modelos para cada variable independiente y dependiente principales con los que se calculó la razón de tasas de incidencia (IRR, por sus siglas en inglés) con sus respectivos intervalos de confianza del 95% y valores p. Todos los análisis fueron ajustados por la covariables de sexo, edad (en meses), capacidad adquisitiva familiar,

estudios de la madre, tiempo de lactancia materna, tiempo dedicado a la actividad física y horas de sueño, así como la percepción del estado de salud de los padres en el estudio basal.

5. RESULTADOS

Los resultados de esta tesis se desarrollan en cuatro secciones, de acuerdo al orden de los objetivos planteados. En primer lugar, se presentan los resultados referentes a la persistencia y variación del estado ponderal en los participantes de la cohorte. En segundo lugar se plantean los hallazgos correspondientes al estado de salud percibido y calidad de vida relacionada con la salud, para continuar con la alteración de la presión arterial; y por último, la demanda asistencial en relación con las medidas de exceso de peso y obesidad.

5.1. Persistencia y variación del estado ponderal

De los 3186 niños de 4 años explorados en el estudio basal, fueron incluidos 2435 (76,4%) que participaron también en la exploración física del seguimiento a los 6 años. El 50,7% de los participantes eran varones y la media de edad a los 4 y 6 años fue de 48,6 (DE: 1,7) y 73,6 (DE: 3,3) meses respectivamente.

La tabla 7 presenta los promedios de peso, talla e IMC por sexo y edad. La media de peso y talla aumentó en los dos años de seguimiento ($p < 0,001$), estimando un IMC medio a los 4 y 6 años de 15,8 (DE: 1,5) y 16,1 (DE: 2,1) kg/m^2 ($p < 0,001$); los valores medios de estos parámetros fueron muy parecidos en niños y niñas. Los valores del IMC de los percentiles 5, 25 y 50 entre las dos mediciones fueron similares; sin embargo, a partir del percentil 75 en ambos sexos, los valores a los 6 años son más elevados, distanciándose progresivamente a medida que se extrema la cola derecha de la distribución (tabla 7 y figura 3).

Tabla 7. Distribución del peso, talla e índice de masa corporal a los 4 y 6 años de edad.

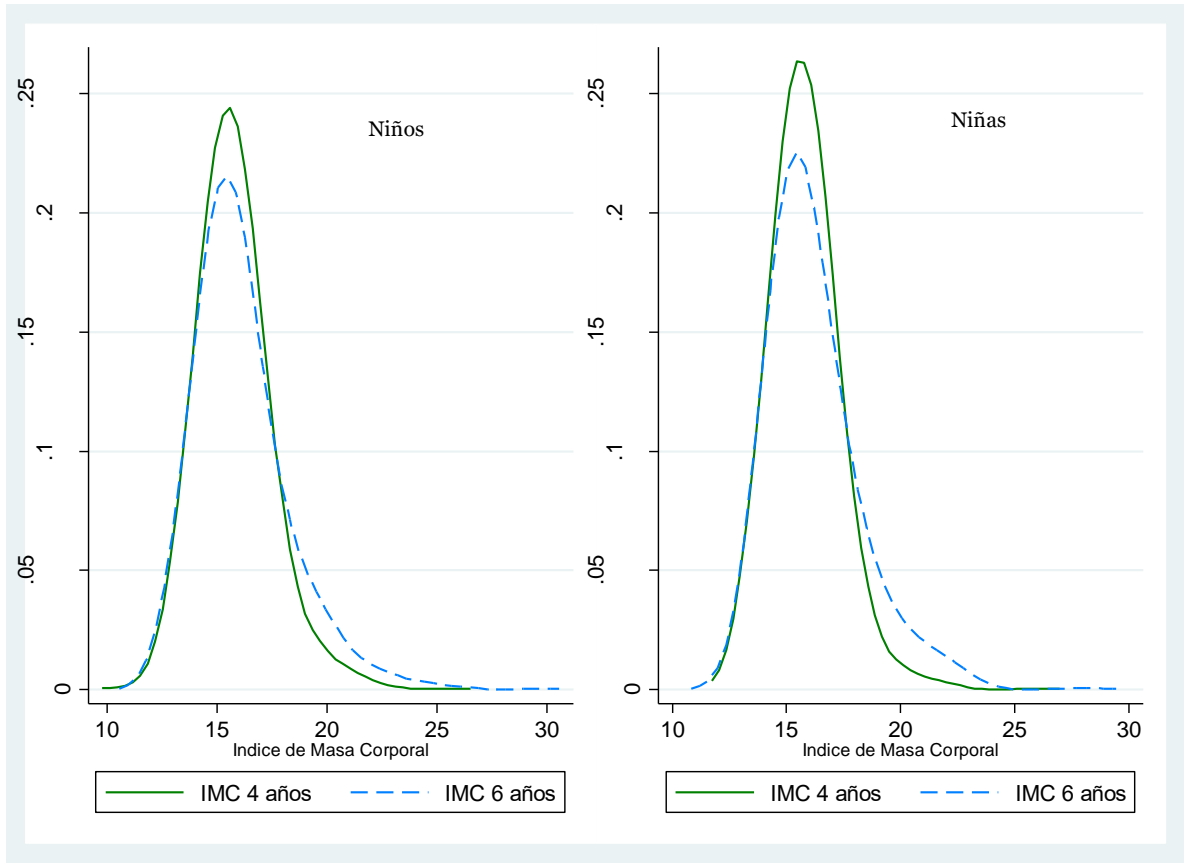
		Percentil					
		Media (DE)	5	25	50	75	95
Peso (kg)	Total (n=2435)						
	4 años	16,9 (2,4)	13,6	15,3	16,7	18,2	21
	6 años	22,4 (4,2)	17,1	19,6	21,7	24,4	30
	Niños (n=1237)						
	4 años	17,1 (2,3)	13,8	15,6	16,9	18,4	21,1
	6 años	22,7 (4,2)	17,4	19,7	22	24,8	30,6
	Niñas (n=1198)						
	4 años	16,7 (2,4)	13,3	15,1	16,5	18	21,2
	6 años	22,2 (4,2)	16,8	19,3	21,5	24,1	29,8
	Total (n=2435)						
Talla (cm)	4 años	103,4 (4,4)	96,4	100,5	103,3	106,3	110,8

Continuación tabla 7

IMC (kg/m²)	6 años	117,5 (5,4)	109	114	117,3	121	126,9
	Niños (n=1237)						
	4 años	103,9 (4,5)	96,6	101	103,9	106,8	111,3
	6 años	118 (5,5)	109,4	114,1	117,9	121,5	127,2
	Niñas (n=1198)						
	4 años	102,9 (4,3)	96	100,1	102,7	105,5	110,3
	6 años	117,1 (5,3)	108,5	113,8	116,8	120,3	126,3
	Total (n=2435)						
	4 años	15,8 (1,5)	13,7	14,8	15,7	16,6	18,5
	6 años	16,1 (2,1)	13,5	14,8	15,8	17,1	20,3
	Niños (n=1237)						
	4 años	15,8 (1,4)	13,8	14,9	15,7	16,5	18,3
	6 años	16,2 (2,1)	13,7	14,9	15,8	17,1	20,4
	Niñas (n=1198)						
	4 años	15,8 (1,6)	13,5	14,7	15,6	16,6	18,6
	6 años	16,1 (2,1)	13,4	14,7	15,7	17	20,2

IMC: Índice de Masa Coporal. (DE): Desviación estandar.

Figura 3. Distribución del Índice de Masa Corporal a los 4 y 6 años de edad según el sexo de los participantes.



IMC: índice de Masa Corporal.

La prevalencia de obesidad de los a los 6 años de edad (tabla 8) aumentó significativamente con criterios OMS de 5,4% a 10,1%; de 3,0% a 6,1% con IOTF y con la clasificación de la FO de 4,5 a 7,1%. Para el sobrepeso se apreció un incremento significativo con la IOTF y FO, de 8,6% al 13,8% y de 5,7% a 8,9% respectivamente, pero no con los criterios de la OMS. Por sexo, se observó un mayor incremento de obesidad en niños que en niñas.

Tabla 8. Distribución del estado ponderal según los criterios de clasificación de la OMS, IOTF y FO-2004 a los 4 y 6 años de edad.

	OMS					IOTF					FO						
	4 años		6 años				4 años		6 años				4 años		6 años		
	%	IC 95%	%	IC 95%	RP	%	IC 95%	%	IC 95%	RP	%	IC 95%	%	IC 95%	RP		
Total (n=2435)																	
Sin exceso de peso	78,0	(76,3 a 79,6)	72,9	(71,1 a 74,6)	0,934**	88,3	(86,9 a 89,6)	80,1	(78,8 a 81,7)	0,907**	89,8	(88,5 a 90,9)	84,0	(82,5 a 85,4)	0,948**		
Sobrepeso	16,5	(15,1 a 18,0)	17,0	(15,8 a 19,1)	1,029	8,6	(7,6 a 9,8)	13,8	(12,4 a 15,1)	1,590**	5,7	(4,9 a 5,4)	8,9	(7,8 a 10,1)	1,519**		
Obesidad	5,4	(4,6 a 6,4)	10,1	(8,9 a 11,4)	1,849**	3,0	(2,4 a 3,8)	6,1	(5,2 a 7,1)	2,013**	4,5	(3,7 a 5,4)	7,1	(6,2 a 8,2)	1,827**		
Niños (n=1237)																	
Sin exceso de peso	77,7	(75,4 a 80,0)	70,2	(67,6 a 72,7)	0,902**	90,6	(88,9 a 92,1)	80,5	(78,2 a 82,6)	0,888**	92,2	(90,6 a 93,6)	84,8	(82,7 a 86,8)	0,924**		
Sobrepeso	16,8	(14,8 a 19,1)	17,9	(15,9 a 20,2)	1,067	7,0	(5,7 a 8,5)	13,0	(11,3 a 15,0)	1,872**	4,4	(3,3a a 5,6)	7,8	(6,5 a 9,5)	1,828**		
Obesidad	5,4	(4,3 a 6,8)	11,9	(10,2 a 13,8)	2,194**	2,4	(1,7 a 3,5)	6,5	(5,2 a 7,9)	2,666**	3,4	(2,5 a 4,5)	7,3	(5,9 a 8,9)	2,160**		
Niñas (n=1198)																	
Sin exceso de peso	78,3	(75,9 a 80,5)	75,7	(73,2 a 78,1)	0,966*	85,9	(83,9 a 87,8)	79,8	(77,4 a 81,9)	0,928**	87,2	(85,2 a 89,0)	83,1	(80,8 a 85,1)	0,973**		
Sobrepeso	16,2	(14,2 a 18,4)	16,0	(14,1 a 18,2)	0,989	10,3	(8,7 a 12,2)	14,4	(12,6 a 16,6)	1,395**	7,2	(5,8 a 8,8)	9,9	(8,4 a 11,8)	1,261		
Obesidad	5,5	(4,3 a 6,9)	8,3	(6,8 a 9,9)	1,500**	3,7	(2,7 a 4,9)	5,7	(4,6 a 7,2)	1,568**	5,6	(4,4 a 7,0)	7,0	(5,7 a 8,6)	1,441**		

OMS: Organización Mundial de la Salud; IOTF: International Obesity Task Force; FO: Fundación Orbegozo.

RP: Razón de prevalencia.

IC: Intervalo de confianza.

P-valor: * <0,05; **<0,001.

La tabla 9 muestra los cambios del sobrepeso y la obesidad desde el ingreso de los participantes al estudio hasta el seguimiento. Se observa que aproximadamente el 75% de los participantes clasificados con obesidad a los 4 años permanecieron en ese estado ponderal a los 6 años, y en torno al 20% remitieron a sobrepeso. Se observó una mayor variación de cambios en el sobrepeso, de manera que alrededor de uno de cada cuatro participante progresó a obesidad (OMS: 20,6%, IOTF: 28,1% y FO-2004: 29,3%), otros permanecieron en sobrepeso (OMS: 44,5%, IOTF: 51,4% y FO-2004: 38,6%), y el resto remitió a *no exceso de peso*. Los valores de concordancia de los coeficientes kappa fueron de magnitud moderada-buena. Esta concordancia, observada en ambos sexos, es mayor en las niñas que en los niños, estimando valores de *p* estadísticamente significativos en los contrastes de coeficientes kappa con los criterios OMS, IOTF y FO.

Tabla 9. Persistencia de obesidad y sobrepeso de los 4 a los 6 años de edad, según la clasificación de la OMS, IOTF y FO-2004.

Situación ponderal a los 6 años de edad								
Ambos sexos (n=2435)	Situación ponderal a los 4 años de edad	Obesidad		Sobrepeso		No exceso de peso		Kappa ponderado (IC 95%)
		n	%	n	%	n	%	
OMS	Obesidad (n=133)	103	77,4	27	20,3	3	2,3	0,613 (0,575-0,651)
	Sobrepeso (n=402)	83	20,6	179	44,5	140	34,8	
	Sin exceso de peso(n=1900)	60	3,2	208	10,9	1632	85,9	
IOTF	Obesidad (n=74)	57	77,0	14	19,0	3	4,0	0,562 (0,515-0,609)
	Sobrepeso (n=210)	59	28,1	108	51,4	43	20,5	
	Sin exceso de peso (n=2151)	33	1,5	212	9,9	1906	88,6	
FO	Obesidad (n=109)	80	73,4	21	19,3	8	7,3	0,628 (0,580-0,676)
	Sobrepeso (n=140)	41	29,3	54	38,6	45	32,1	
	Sin exceso de peso(n=2186)	53	2,4	141	6,5	1992	91,1	
Niños (n=1237)								
OMS	Obesidad (n=67)	52	77,6	12	17,9	3	4,5	0,536 (0,481-0,592)
	Sobrepeso (n=208)	48	23,0	83	40,0	77	37,0	
	Sin exceso de peso(n=962)	47	52,0	127	13,2	788	81,9	
IOTF	Obesidad (n=30)	23	76,6	5	16,7	2	6,7	0,537 (0,469-0,605)
	Sobrepeso (n=86)	33	38,4	34	39,5	19	22,1	
	Sin exceso de peso (n=1121)	24	2,1	122	10,9	975	87	
FO	Obesidad (n=42)	34	81,0	4	9,5	4	9,5	0,551 (0,473-0,630)
	Sobrepeso (n=54)	18	33,3	21	38,9	15	27,8	
	Sin exceso de peso(n=1141)	38	3,3	72	6,3	1031	90,4	

Continuación tabla 9

Niñas (n=1198)							
OMS	Obesidad (n=66)	51	77,3	15	22,7	0	0
	Sobrepeso (n=194)	35	18,0	96	49,5	63	32,5
	<i>Sin exceso de peso</i> (n=938)	13	1,4	81	8,6	844	90,0
IOTF	Obesidad (n=44)	34	77,3	9	20,4	1	2,3
	Sobrepeso (n=124)	26	20,9	74	59,7	24	19,4
	<i>Sin exceso de peso</i> (n=1030)	9	0,9	90	8,7	931	90,4
FO	Obesidad (n=67)	46	68,7	17	25,4	4	6,0
	Sobrepeso (n=86)	23	26,7	33	38,3	30	34,9
	<i>Sin exceso de peso</i> (n=1045)	15	1,4	69	6,6	961	92,0

OMS: Organización Mundial de la Salud; IOTF: International Obesity Task Force; FO: Fundación Orbegozo.

IC: Intervalo de confianza.

En cuanto a las variaciones del estado ponderal (tabla 10), a los 6 años más del 80% de los participantes estaban en la misma categoría de *exceso de peso* o *sin exceso de peso*. Los casos incidentes de exceso variaron del 7,9% (FO) al 11,0% (OMS); y remitieron a *no exceso de peso* entre el 1,9% (IOTF) y 5,9% (OMS).

Tabla 10. Variación del estado ponderal según la clasificación de la OMS, IOTF y FO-2004 de los 4 a los 6 años de edad.

	OMS		IOTF		FO	
	%	IC 95%	%	IC 95%	%	IC 95%
Total (n=2435)						
Persistencia en <i>sin exceso de peso</i> ^a	67,0	(65,1 a 68,9)	78,3	(76,8 a 80,4)	81,8	(80,2 a 83,3)
Persistencia en <i>exceso de peso</i> ^b	16,1	(14,6 a 17,6)	9,8	(8,7 a 11,0)	8,0	(7,0 a 9,1)
Incidente ^c	11,0	(9,8 a 12,3)	10,0	(8,9 a 11,3)	7,9	(6,9 a 9,1)
Remisión ^d	5,9	(5,0 a 6,9)	1,9	(1,4 a 2,6)	2,2	(1,7 a 2,8)
Niños (n=1237)						
Persistencia en <i>sin exceso de peso</i> ^a	63,7	(61,0 a 66,4)	78,8	(76,5 a 81,0)	83,3	(81,1 a 85,3)
Persistencia en <i>exceso de peso</i> ^b	15,8	(13,8 a 17,9)	7,7	(6,3 a 9,3)	6,2	(5,0 a 7,7)
Incidente ^c	14,0	(12,2 a 16,0)	11,8	(10,1 a 13,7)	8,9	(7,4 a 10,6)
Remisión ^d	6,5	(5,2 a 8,0)	1,7	(1,1 a 2,6)	1,5	(0,9 a 2,3)
Niñas (n=1198)						
Persistencia en <i>sin exceso de peso</i> ^a	70,5	(67,8 a 72,8)	77,7	(76,5 a 81,0)	80,2	(77,9 a 82,3)
Persistencia en <i>exceso de peso</i> ^b	16,4	(14,4 a 18,7)	11,9	(10,2 a 13,9)	9,9	(8,4 a 11,7)
Incidente ^c	7,8	(6,5 a 9,5)	8,3	(6,8 a 9,9)	7,0	(5,7 a 8,6)
Remisión ^d	5,3	(4,1 a 6,7)	2,1	(1,4 a 3,1)	2,8	(2,0 a 3,9)

OMS: Organización Mundial de la Salud; IOTF: International Obesity Task Force; FO: Fundación Orbegozo.

IC: Intervalo de confianza.

^a Participantes que durante el seguimiento se mantuvieron en *sin exceso de peso*.

^b Participantes que permanecieron en *exceso de peso*.

^c Participantes que cambiaron de *sin exceso de peso* a *exceso de peso*.

^d Participantes que cambiaron de *exceso de peso* a *sin exceso de peso*.

5.2. Estado de salud percibido y Calidad de Vida Relacionada con la Salud

Las características de la muestra del estudio según el estado de salud percibido por los padres se describen en la tabla 11. Los participantes con una percepción de estado de salud subóptimo a los 4 y 6 años, se caracterizaron porque sus madres tenían menor nivel de estudios, menor poder adquisitivo familiar, realizan menos actividad física y más casos nuevos de exceso de peso y obesidad abdominal.

Tabla 11. Características de la muestra según el estado de salud de la población infantil referido por los padres a los 4 y 6 años de edad.

	Estado de salud 4 años		Estado de salud 6 años	
	Óptimo (n=1724)	Subóptimo (n=159)	Óptimo (n=1800)	Subóptimo (n=83)
Edad en meses, media(DE)	48,6 (1,7)	48,5 (1,8)	73,6 (3,3)	73,6 (3,1)
Sexo, %				
Niño	50,1	54,7	50,5	51,8
Niña	49,8	45,3	49,5	48,2
Estudios de la madre, %				
Estudios primarios o inferiores	3,1	6,3	3,2	7,2
Estudios secundarios	51,4	67,3	52,2	62,7
Universitarios técnicos	14,0	14,5	14,2	12,1
Universitarios superiores	31,1	11,9	30,0	16,9
Sin información	0,3	0	0,3	1,1
Poder adquisitivo familiar, %				
Bajo	44,1	67,9	45,1	68,8
Medio	39,5	21,4	38,6	24,1
Alto	16,4	10,7	16,3	7,2
Lactancia materna en meses, %				
No lactancia	10,4	5,7	9,9	10,8
1 a 2 meses	15,7	13,2	15,6	12,1
3 a 5 meses	39,4	42,1	39,4	43,4
≥6 meses	15,4	13,2	15,4	10,8
Sin información	19,1	25,8	19,6	22,9
Televisión y juegos de pantalla (horas/semana), %				
1er tercil	39,6	34,0	39,3	34,9
2do tercil	33,7	33,3	33,9	28,9
3er tercil	26,6	32,7	26,7	36,1
Sin información	0,1	0,0	0,1	
Actividad física (horas/semana), %				
1er tercil	46,5	64,2	47,3	62,7
2do tercil	21,9	14,4	21,7	13,3
3er tercil	28,9	15,7	28,1	20,4
Sin información	2,7	5,7	2,9	3,6
Cambio del exceso de peso de 4 a 6 años de edad según el IMC^a, %				
Persistente sin exceso de peso	67,2	69,8	67,7	61,5
Persistente exceso de peso	16,2	10,7	16,1	15,7
Incidente	10,8	16,4	10,6	18,1
Remisión	5,8	3,2	5,6	4,8
Cambio de la obesidad abdominal de 4 a 6 años de edad según el perímetro de cintura^b, %				

Continuación tabla 11

Persistente sin obesidad abdominal	89,0	87,9	89,3	80,5
Persistente en obesidad abdominal	4,3	4,5	4,3	8,5
Incidente	4,4	5,7	4,2	7,3
Remisión	2,3	1,9	2,2	3,7

DE: Desviación estándar.

^a Exceso de peso z-IMC (índice de masa corporal) >+ 1 desviación estándar según las tablas de referencia de la OMS-2006.

^b Obesidad abdominal: percentil ≥90 del perímetro de cintura según las tablas de referencia de Fernández et al.

Respecto a la CVRS, en la tabla 12 se observa una menor puntuación del *Kidscreen-10* a los de 6 años de edad en quienes tenían un menor poder adquisitivo familiar, un estado de salud subóptima y en los casos persistentes con exceso de peso según el IMC e incidentes de obesidad abdominal.

Tabla 12. Características de la muestra a los 6 años de edad según la calidad de vida relacionada con la salud.

Puntuación Kidscreen-10 ^a		
	N	Media (DE)
Sexo		
Niño	947	53,9 (8,7)
Niña	924	54,5 (8,6)
Estudios de la madre		
Estudios primarios o inferiores	61	54,4 (8,9)
Estudios secundarios	992	54,2 (8,5)
Universitarios técnicos	263	53,7 (8,8)
Universitarios superiores	550	54,6 (8,9)
Sin información	5	65,3 (4,8)
Poder adquisitivo familiar		
Bajo	863	53,8 (8,7)
Medio	711	54,5 (8,2)
Alto	297	55,2 (9,5)
Lactancia materna en meses		
No lactancia	188	54,5 (9,4)
1 a 2 meses	291	53,5 (8,4)
3 a 5 meses	739	54,3 (8,5)
≥6 meses	284	54,9 (8,6)
Sin información	369	54,4 (9,0)
Televisión y juegos de pantalla (horas/semana)		
1er tercil	735	54,7 (8,7)
2do tercil	627	54,2 (8,6)
3er tercil	508	53,8 (8,8)
Actividad física (horas/semana)		
1er tercil	898	54,1 (8,7)
2do tercil	400	54,7 (8,8)
3er tercil	518	54,1 (8,6)
Sin información	55	56,3 (8,2)
Percepción estado de salud 4 años		
Óptima	1713	54,5 (8,6)
Subóptima	158	51,8 (9,1)
Percepción estado de salud 6 años		
Óptima	1788	54,5 (8,6)
Subóptima	83	50,7 (9,2)

Continuación tabla 12

Cambio del exceso de peso de 4 a 6 años de edad según el IMC^b		
Persistente sin exceso de peso	1262	54,3 (8,7)
Persistente exceso de peso	305	53,6 (8,7)
Incidente	201	54,4 (8,2)
Remisión	103	56,2 (9,2)
Cambio de la obesidad abdominal de 4 a 6 años de edad según el perímetro de cintura^c		
Persistente sin obesidad abdominal	1647	54,4 (8,7)
Persistente en obesidad abdominal	82	54,1 (8,9)
Incidente	81	52,0 (8,4)
Remisión	43	54,3 (8,5)

DE: Desviación estándar.

^a Kidscreen-10 proxy.^b Exceso de peso z-IMC (índice de masa corporal) >+ 1 desviación estándar según las tablas de referencias de la OMS-2006.^c Obesidad abdominal: percentil ≥90 del perímetro de cintura según las tablas de referencia de Fernández et al.

En la tabla 13 se describe la asociación entre la variación del estado ponderal entre los 4 y 6 años y el estado de salud percibido por los padres, ajustado por las principales covariables potencialmente confusoras. Observamos que, comparado con los participantes sin exceso de peso, los casos incidentes tenían un odds ratio de salud subóptima (OR) de 2,41 (IC 95%: 1,21 a 4,80). Asimismo, los nuevos casos de obesidad abdominal, comparando con aquellos menores que en las dos mediciones no tuvieron obesidad abdominal, muestran un OR de 2,99 (IC 95%: 1,31 a 6,84). Los participantes que persistieron con exceso de peso y los que remitieron presentaron un OR por encima de 1 pero sin alcanzar la significación estadística.

Tabla 13. Asociación entre los cambios en el estado ponderal y obesidad abdominal con el estado de salud percibido por los padres a los 6 años de edad

Estado de salud subóptima			
	OR^c	IC 95%	p-valor
Cambio del exceso de peso^a (n=1723)			
Persistente sin exceso de peso	1 (ref)		
Persistente exceso de peso	1,21	(0,57 a 2,54)	0,598
Incidente ^d	2,41	(1,21 a 4,80)	0,014
Remisión ^e	1,48	(0,39 a 5,53)	0,544
Cambios en la obesidad abdominal^b (n=1707)			
Persistente sin obesidad abdominal	1 (ref)		
Persistente obesidad abdominal	1,34	(0,29 a 6,08)	0,693
Incidente ^d	2,99	(1,31 a 6,84)	0,011
Remisión ^e	2,70	(0,71 a 10,23)	0,138

^a Exceso de peso z-IMC (índice de masa corporal) >+ 1 desviación estándar según las tablas de referencias de la OMS-2006.^b Obesidad abdominal: percentil ≥90 del perímetro de cintura según las tablas de referencia de Fernández et al.^c Odds ratios de tener salud subóptima estimados mediante regresión logística, ajustados por sexo, edad, nivel educativo de la madre, poder adquisitivo familiar, horas semanales de pantalla y videojuegos, horas semanales de actividad física, lactancia materna.^d Participantes que cambiaron de sin exceso de peso/sin obesidad a exceso de peso/obesidad.^e Participantes que cambiaron de exceso de peso/obesidad a sin exceso de peso/sin obesidad.

La variación y cambios del estado ponderal y obesidad abdominal con la CVRS se muestran en la tabla 14, la remisión entre los 4 y 6 años del exceso de peso se asoció a un aumento de la puntuación del *Kidscreen-10* con respecto a los que se mantuvieron sin exceso de peso en las dos mediciones ($\beta=2,02$; IC95%: 0,36 a 3,68). Respecto a la obesidad abdominal, se observó que la puntuación disminuyó en los incidentes ($\beta=-2,22$; IC95% -4,40 a -0,03), es decir, los casos nuevos de obesidad abdominal reportaron peor CVRS.

Tabla 14. Asociación entre los cambios en el estado ponderal y la obesidad abdominal con la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) a los 6 años de edad.

Calidad de Vida Relacionada con la Salud			
	Coef. β^c	IC 95%	p-valor
Cambio del exceso de peso^a (n=1869)			
Persistente sin exceso de peso	(ref)		
Persistente exceso de peso	-0,56	(-2,04 a 0,91)	0,443
Incidente ^d	0,22	(-1,11 a 1,55)	0,738
Remisión ^e	2,02	(0,36 a 3,68)	0,019
Cambios en la obesidad abdominal^b (n=1851)			
Persistente sin obesidad abdominal	(ref)		
Persistente obesidad abdominal	-0,12	(-1,63 a 1,38)	0,869
Incidente ^d	-2,22	(-4,40 a -0,03)	0,047
Remisión ^e	-0,47	(-3,86 a 2,91)	0,777

^a Exceso de peso z-IMC (índice de masa corporal) $> + 1$ desviación estándar según las tablas de referencias de la OMS-2006.

^b Obesidad abdominal: percentil ≥ 90 del perímetro de cintura según las tablas de referencia de Fernández et al.

^c Coeficientes estimados mediante regresión lineal, ajustados por sexo, edad, nivel educativo de la madre, poder adquisitivo familiar, horas semanales de pantallas y videojuegos, horas semanales de actividad física, lactancia materna y estado de salud percibido por los padres a los cuatro años.

^d Participantes que cambiaron de sin exceso de peso/sin obesidad a exceso de peso/obesidad.

^e Participantes que cambiaron de exceso de peso/obesidad a sin exceso de peso/sin obesidad.

No se observaron interacciones estadísticamente significativas con el sexo así como con la posición socioeconómica estimada a través del FAS.

5.3. Alteración de la presión arterial

La presión arterial sistólica y diastólica media a los 4 años fue de 88,6 y 51,9 mmHg, y a los 6 años de 92,6 y 54,7 mmHg (datos no mostrados). Las características de la muestra se describen en la tabla 15, donde se observa mayor presión arterial sistólica en menores con bajo poder adquisitivo y en los casos incidentes y persistentes en exceso de peso y obesidad abdominal.

Tabla 15. Presión arterial sistólica y diastólica a los 6 años de edad según características de la muestra.

	Presión arterial sistólica (mmHg)		Presión arterial diastólica (mmHg)	
	N	Media (DE)	p-valor	Media (DE)
Sexo			<0,001	0,023
Niños	908	93,4 (8,4)		55,1 (7,7)
Niñas	888	91,8 (8,5)		54,3 (8,6)
Estudios de la madre^a			0,579	0,054
Estudios primarios o inferiores	61	92,3 (8,8)		54,4 (8,7)
Secundarios de primer grado	330	93,0 (8,8)		55,3 (8,2)
Secundarios de segundo grado	608	92,9 (8,5)		55,3 (7,9)
Universitarios técnicos	249	92,1 (8,2)		53,6 (7,7)
Universitarios superiores	542	92,2 (8,3)		54,3 (7,6)
Poder adquisitivo familiar			0,062	0,012
Bajo	817	93,1 (8,7)		55,3 (7,9)
Medio	687	92,3 (8,2)		54,2 (7,9)
Alto	291	91,9 (8,4)		54,2 (8,0)
Lactancia materna en meses^a			0,553	0,310
No lactancia	181	92,3 (8,5)		54,1 (7,7)
1 a 2 meses	274	92,9 (8,5)		54,7 (8,0)
3 a 5 meses	712	92,7 (8,5)		54,8 (7,9)
≥6 meses	278	91,9 (7,9)		54,2 (7,5)
Televisión y juegos de pantalla (horas/semana)^a			0,199	0,736
Menos de 6 horas	704	92,3 (8,2)		54,6 (7,6)
Entre 6 a 9 horas	605	92,9 (8,7)		54,9 (8,0)
Más de 9 horas	485	92,6 (8,5)		54,7 (8,2)
Actividad física (horas/semana)^a			0,343	0,372
Menos de 2 horas	861	92,9 (8,5)		55,0 (7,9)
Entre 2 a 4 horas	389	92,2 (8,4)		54,2 (7,8)
Más de 4 horas	492	92,2 (8,5)		54,6 (7,9)
Cambio del exceso de peso de 4 a			<0,001	<0,001

Continuación tabla 15

6 años de edad según el IMC^b			
Persistente sin exceso de peso	1205	91,2 (7,9)	53,8 (7,5)
Persistente exceso de peso	290	96,9 (9,3)	57,5 (8,6)
Incidente	201	95,9 (8,0)	56,7 (7,7)
Remisión	100	90,7 (7,8)	53,8 (8,3)
Cambio de la obesidad abdominal de 4 a 6 años de edad según el perímetro de cintura^{a,c}		<0,001	<0,001
Persistente sin obesidad abdominal	1584	91,8 (8,0)	54,2 (7,6)
Persistente con obesidad abdominal	77	99,4 (9,7)	58,3 (9,8)
Incidente	80	99,6 (8,6)	59,1 (7,4)
Remisión	40	95,5 (10,1)	57,3 (10,3)
Cambio de la obesidad abdominal de 4 a 6 años de edad según el cociente cintura-talla^{a,d}		<0,001	<0,001
Persistente sin obesidad abdominal	1523	91,9 (8,1)	54,2 (7,7)
Persistente con obesidad abdominal	96	99,1 (9,3)	59,1 (8,5)
Incidente	84	98,3 (8,3)	58,5 (7,3)
Remisión	78	91,6 (9,3)	53,9 (8,0)

DE: desviación estándar.

^a Variables con valores no disponibles.^b Exceso de peso (Índice de Masa Corporal) >+1 desviación estándar según las tablas de referencia de la OMS-2006.^c Obesidad abdominal: percentil ≥90 del perímetro de cintura según las tablas de referencia de Fernández et al.^d Obesidad abdominal: percentil ≥90 del cociente cintura (cm) y altura (cm).

La tabla 16 muestra la presión arterial sistólica y diastólica media a los 6 años de edad respecto a la clasificación del estado ponderal y obesidad abdominal a los 4 años. El sobrepeso a los 4 años se asoció a un aumento de la presión arterial a los 6 años, estimando un coeficiente $\beta=1,79$ (IC95%: 0,71 a 2,86) para la presión sistólica y $\beta=1,36$ (IC95%: 0,15 a 2,58) para la diastólica. Este incremento fue de mayor magnitud en los participantes con obesidad a los 4 años, siendo este coeficiente β de 4,77 (IC95%: 2,85 a 6,69) y 3,08 (IC95%: 0,63 a 5,52) para la presión sistólica y diastólica respectivamente. La obesidad abdominal según el perímetro de cintura se asoció a un incremento en 4,43 mmHg (IC95%: 3,01 a 5,85) y 2,48 mmHg (IC95%: 0,56 a 4,40), de la presión sistólica y diastólica, este aumento fue menor para el cociente cintura-talla, siendo solo significativo el incremento de la presión sistólica (2,46; valor de $p=0,002$).

Tabla 16. Asociación del sobrepeso, obesidad general y obesidad abdominal a los 4 años de edad con la presión arterial sistólica y diastólica a los 6 años de edad.

	Presión arterial sistólica (mmHg)			Presión arterial diastólica (mmHg)		
	Coef. β^e	IC 95%	p-valor	Coef. β^e	IC 95%	p-valor
Índice de masa corporal (N=1796)						
Sin exceso de peso	(ref)			(ref)		
Sobrepeso ^a	1,79	(0,71 a 2,86)	0,002	1,36	(0,15 a 2,58)	0,029
Obesidad ^b	4,77	(2,85 a 6,69)	<0,001	3,08	(0,63 a 5,52)	0,015
Cintura abdominal (N=1788)						
Sin obesidad abdominal	(ref)			(ref)		
Obesidad abdominal ^c	4,43	(3,01 a 5,85)	<0,001	2,48	(0,56 a 4,40)	0,013
Cociente cintura-talla (N=1788)						
Sin obesidad abdominal	(ref)			(ref)		
Obesidad abdominal ^c	2,46	(0,97 a 3,95)	0,002	1,61	(0,01 a 3,21)	0,048

^a Sobrepeso (índice de masa corporal) $>+1$ desviación estándar (DE) y $\leq +2$ DE según las tablas de referencia de la OMS-2006.

^b Obesidad (índice de masa corporal) $>+2$ (DE) según las tablas de referencia de la OMS-2006.

^c Obesidad abdominal: percentil ≥ 90 del perímetro de cintura según las tablas de referencia de Fernández et al.

^d Obesidad abdominal: percentil ≥ 90 del cociente cintura (cm) y talla (cm).

^e Coeficientes β : estimados mediante regresión lineal, ajustado por sexo, edad, nivel educativo de la madre, poder adquisitivo familiar, horas semanales de pantalla y video juego, horas semanales de actividad física, lactancia materna y presión arterial a los 4 años.

La tabla 17, muestra el análisis longitudinal de la variación del exceso de peso y obesidad abdominal, y la presión arterial media a los 6 años. Comparado con los que mantenían sin exceso de peso (IMC) o sin obesidad abdominal, los casos persistentes e incidentes presentaron mayor incremento de la presión arterial media, siendo este incremento entre 5-7 mmHg aproximadamente.

Los mayores cambios en la presión arterial sistólica fueron observados con el perímetro de cintura, con un $\beta=7,21$ (IC95%: 4,18 a 10,24) en los casos incidentes y $\beta=7,15$ (IC95%: 5,12 a 9,18) en los persistentes. Los mayores incrementos en la presión arterial diastólica se observaron con el cociente cintura-talla, estimando un $\beta=4,03$ (IC95%: 2,10 a 5,95) en incidentes y $\beta=4,59$ (IC95%: 1,78 a 7,41) para los persistentes. Los casos de remisión, excepto en el indicador de obesidad abdominal según el perímetro de cintura, mostraron valores similares a los que se mantenían sin exceso de peso y sin obesidad abdominal, o ligeramente más altos pero sin alcanzar significación estadística.

Tabla 17. Asociación de la persistencia y variación del sobrepeso/obesidad general y obesidad abdominal a los 4-6 años de edad con la presión arterial sistólica y diastólica a los 6 años de edad.

	Presión arterial sistólica (mmHg)			Presión arterial diastólica (mmHg)		
	Coef. β^e	IC 95%	p-valor	Coef. β^e	IC 95%	p-valor
Índice de masa corporal (N=1632)^a						
Persistente sin exceso de peso	(ref)			(ref)		
Persistente en exceso de peso	5,06	(3,56 a 6,56)	<0,001	3,18	(1,49 a 4,87)	0,001
Incidente	4,85	(3,49 a 6,20)	<0,001	2,77	(1,69 a 3,86)	<0,001
Remisión	-0,81	(-2,62 a 0,99)	0,368	0,04	(-2,10 a 2,20)	0,963
Cintura abdominal (N=1612)^b						
Persistente sin obesidad abdominal	(ref)			(ref)		
Persistente en obesidad abdominal	7,15	(5,12 a 9,18)	<0,001	3,59	(1,13 a 6,06)	0,006
Incidente	7,21	(4,18 a 10,24)	<0,001	3,80	(1,57 a 6,04)	0,002
Remisión	2,78	(0,18 a 5,39)	0,037	2,43	(-0,52 a 5,38)	0,103
Cociente cintura-talla (N=1612)^c						
Persistente sin obesidad abdominal	(ref)			(ref)		
Persistente en obesidad abdominal	7,07	(4,77 a 9,36)	<0,001	4,59	(1,78 a 7,41)	0,002
Incidente	6,43	(3,97 a 8,90)	<0,001	4,03	(2,10 a 5,95)	<0,001
Remisión	0,30	(-1,69 a 2,31)	0,757	0,26	(-1,21 a 1,75)	0,713

^a Exceso de peso (índice de masa corporal) >+1 desviación estándar según las tablas de referencia de la OMS-2006.

^b Obesidad abdominal: percentil ≥ 90 del perímetro de cintura según las tablas de referencia de Fernández et al.

^c Obesidad abdominal: percentil ≥ 90 del cociente cintura (cm) y altura (cm).

^d Coeficientes β : estimados mediante regresión lineal, ajustado por sexo, edad, nivel educativo de la madre, poder adquisitivo familiar, horas semanales de pantalla y video juego, horas semanales de actividad física, lactancia materna y presión arterial a los 4 años.

En la tabla 18., se presentan los odds ratios crudos y ajustados de tener la presión arterial elevada a los 6 años teniendo en cuenta la clasificación del estado ponderal y obesidad abdominal a los 4 años de edad. En el modelo ajustado, la obesidad general (IMC) se asoció a una elevación de la PA con un OR de 2,55 (IC95%: 1,24 a 5,24), y la obesidad abdominal (identificada mediante el perímetro de cintura) a un OR de 1,99 (IC95%: 1,00 a 3,95).

Tabla 18. Asociación del sobrepeso, obesidad general y obesidad abdominal a los 4 años de edad con la alteración de la presión arterial a los 6 años de edad.

Presión arterial alterada						
	OR ^e	IC 95%	p-valor	OR ^f	IC 95%	p-valor
Índice de masa corporal (N=1796)						
Sin exceso de peso	1 (ref)			1 (ref)		
Sobrepeso ^a	1,65	(1,16 a 2,34)	0,007	1,35	(0,93 a 1,96)	0,102
Obesidad ^b	3,72	(1,85 a 7,47)	0,001	2,55	(1,24 a 5,24)	0,012
Cintura abdominal (N=1788)						
Sin obesidad abdominal	1 (ref)			1 (ref)		
Obesidad abdominal ^c	2,92	(1,37 a 6,22)	0,007	1,99	(1,00 a 3,95)	0,048
Cociente cintura-talla (N=1788)						
Sin obesidad abdominal	1 (ref)			1 (ref)		
Obesidad abdominal ^d	2,00	(0,91 a 4,38)	0,079	1,33	(0,61 a 2,90)	0,475

^a Sobrepeso (índice de masa corporal) >+1 desviación estándar (DE) y ≤ +2 DE según las tablas de referencia de la OMS-2006.

^b Obesidad (índice de masa corporal) >+2 (DE) según las tablas de referencia de la OMS-2006.

^c Obesidad abdominal: percentil ≥90 del perímetro de cintura según las tablas de referencia de Fernández et al.

^d Obesidad abdominal: percentil ≥90 del cociente cintura (cm) y altura (cm).

^e Odds ratios: estimados mediante regresión logística sin ajustar.

^f Odds ratios: estimados mediante regresión logística ajustado por sexo, edad, nivel educativo de la madre, poder adquisitivo familiar, horas semanales de pantalla y video juego, horas semanales de actividad física, lactancia materna y presión arterial a los 4 años.

Finalmente, la tabla 19 muestra el análisis longitudinal del riesgo de tener la presión arterial elevada a los 6 años, respecto a la persistencia y variación del exceso de peso y obesidad abdominal. Se observó una asociación de mayor magnitud en los casos persistentes de obesidad abdominal según el perímetro de cintura, estimando OR de 3,42 (IC95%: 1,38 a 8,49), aunque con escasas diferencias con los persistentes clasificados con el cociente cintura-talla (OR=3,17; p=0,030) y exceso de peso (IMC), OR= 2,54 (p=0,010). Aquellos casos incidentes de exceso de peso y obesidad abdominal durante el periodo de seguimiento, mostraban un mayor riesgo de presentar presión arterial elevada, observando un OR de 3,01 (p=0,004) para los clasificados con obesidad mediante el cociente cintura-talla, y de 2,49 (p=0,001) con el exceso de peso (IMC). Los niños que remitieron el exceso de peso y la obesidad abdominal no

presentaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a su riesgo, respecto a los que se mantenían sin exceso de peso y sin obesidad abdominal.

Tabla 19. Asociación de la persistencia y variación del exceso de peso y la obesidad abdominal de los 4 a 6 años de edad con la alteración de la presión arterial elevada a los 6 años de edad.

Presión arterial alterada						
	OR ^d	IC 95%	p-valor	OR ^e	IC 95%	p-valor
Índice de masa corporal (N=1632)^a						
Persistente sin exceso de peso	1 (ref)			1 (ref)		
Persistente en exceso de peso	2,77	(1,37 a 5,58)	0,006	2,54	(1,27 a 5,07)	0,010
Incidente	2,55	(1,46 a 4,44)	0,002	2,49	(1,50 a 4,13)	0,001
Remisión	1,32	(0,54 a 3,24)	0,523	1,31	(0,50 a 3,44)	0,562
Cintura abdominal (N=1612)^b						
Persistente sin obesidad abdominal	1 (ref)			1 (ref)		
Persistente en obesidad abdominal	4,13	(1,58 a 10,75)	0,005	3,42	(1,38 a 8,49)	0,009
Incidente	3,22	(1,19 a 8,68)	0,022	2,81	(0,98 a 8,02)	0,052
Remisión	1,67	(0,41 a 6,70)	0,456	1,57	(0,41 a 5,94)	0,491
Cociente cintura-talla (N=1612)^c						
Persistente sin obesidad abdominal	1 (ref)			1 (ref)		
Persistente en obesidad abdominal	3,80	(1,36 a 10,59)	0,012	3,17	(1,12 a 8,91)	0,030
Incidente	3,27	(1,50 a 7,10)	0,004	3,01	(1,44 a 6,28)	0,004
Remisión	0,83	(0,23 a 3,03)	0,782	0,76	(0,21 a 2,69)	0,668

^a Exceso de peso (índice de masa corporal) >+1 desviación estándar según las tablas de referencia de la OMS-2006.

^b Obesidad abdominal: percentil ≥90 del perímetro de cintura según las tablas de referencia de Fernández et al.

^c Obesidad abdominal: percentil ≥90 del cociente cintura (cm) y altura (cm).

^d Odds ratios: estimados mediante regresión logística sin ajustar.

^e Odds ratios: estimados mediante regresión logística ajustado por sexo, edad, nivel educativo de la madre, poder adquisitivo familiar, horas semanales de pantalla y video juego, horas semanales de actividad física, lactancia materna y presión arterial a los 4 años.

En la tabla 20 examinamos cómo ambos índices (IMC y PC) contribuyeron al aumento de la PA introduciéndolos simultáneamente en el modelo de regresión lineal. Observamos efectos independientes sobre el aumento sistólico de la PA a pesar de la alta correlación entre ambos indicadores. Los participantes clasificados con obesidad según el IMC tenían un aumento de 3,98 mmHg de PA sistólica; los clasificados con obesidad abdominal mediante la circunferencia de cintura mostraron un aumento de

3,62 mmHg; y los clasificados con obesidad por ambas mediciones tuvieron un incremento de 5,03 mmHg de la presión arterial (datos no mostrados).

Tabla 20. Asociación entre la obesidad general y la obesidad abdominal a los 4 años de edad, y la presión arterial sistólica y diastólica a los 6 años.

(N=1788)	Presión arterial sistólica (mmHg)			Presión arterial diastólica (mmHg)		
	Coef. β^a	IC 95%	p-valor	Coef. β^a	IC 95%	p-valor
Índice de masa corporal (IMC) y Circunferencia abdominal (PC)						
Sin obesidad IMC y sin obesidad abdominal ^b	(ref)			(ref)		
Obesidad-IMC ^c	3,62	(0,07 a 7,17)	0,046	1,38	(-1,70 a 4,48)	0,367
Obesidad- PC ^d	3,98	(1,98 a 5,97)	<0,001	1,40	(-1,21 a 4,03)	0,283
Obesidad IMC y Obesidad PC ^e	5,02	(2,98 a 7,07)	<0,001	3,60	(1,00 a 6,21)	0,017

^a Coeficientes β : estimados mediante regresión lineal, ajustado por sexo, edad, nivel educativo de la madre, poder adquisitivo familiar, horas semanales de pantalla y video juego, horas semanales de actividad física, lactancia materna y presión arterial a los 4 años.

^b Sin obesidad IMC y sin obesidad abdominal: participantes clasificados sin obesidad general y sin obesidad abdominal a los 4 años.

^c Obesidad-IMC: participantes clasificados solo con obesidad general mediante el IMC a los 4 años.

^d Obesidad- PC: participantes clasificados solo con obesidad abdominal mediante el PC a los 4 años.

^e Obesidad IMC y Obesidad PC: participantes clasificados con obesidad general mediante el IMC y obesidad abdominal mediante el PC a los 4 años

En la tabla 21, la asociación de la presión arterial media con el sobrepeso-obesidad y obesidad abdominal ajustando los modelos por las dos medidas simultáneamente, se mantiene los coeficientes aunque de menor magnitud que la observada en los análisis por separado.

Tabla 21. Asociación entre el sobrepeso-obesidad general y obesidad abdominal a los 4 años de edad ajustando simultáneamente, y la presión arterial sistólica y diastólica a los 6 años.

(N=1788)	Presión arterial sistólica (mmHg)			Presión arterial diastólica (mmHg)		
	Coef. β^c	IC 95%	p-valor	Coef. β^c	IC 95%	p-valor
Índice de masa corporal						
Sin exceso de peso	(ref)			(ref)		
Sobrepeso	1,49	(0,39 a 2,59)	0,009	1,21	(0,02 a 2,39)	0,045
Obesidad ^a	2,96	(1,13 a 4,79)	0,002	2,32	(-0,25 a 4,89)	0,076
Cintura abdominal						
Sin obesidad abdominal	(ref)			(ref)		
Obesidad abdominal ^b	2,75	(1,40 a 4,10)	<0,001	1,14	(-0,75 a 3,04)	0,228

^a Obesidad-IMC: $>+2$ (DE) según las tablas de referencia de la OMS-2006.

^b Obesidad abdominal: percentil ≥ 90 del perímetro de cintura según las tablas de referencia de Fernández et al.

^c Coeficientes β : estimados mediante regresión lineal, ajustado por sexo, edad, nivel educativo de la madre, poder adquisitivo familiar, horas semanales de pantalla y video juego, horas semanales de actividad física, lactancia materna y presión arterial a los 4 años. La clasificación del IMC y el PC son introducidos simultáneamente en los modelos.

5.4. Demanda asistencial de servicios sanitarios

En menores de 4 años de edad y seguidos durante 2 años, se observó una media acumulada de 11,7 consultas y 1,25 prescripciones de medicamentos en atención primaria, y un promedio de 0,22 hospitalizaciones. Las características de la muestra se describen en tabla 19, observando diferencias estadísticamente significativas en relación a una mayor prescripción de medicamentos y hospitalizaciones en los niños que en las niñas, y menor frecuentación de consultas de atención primaria en los participantes cuyas madres tenían estudios universitarios y capacidad adquisitiva alta. Aquellos menores con un estado de salud subóptimo hicieron un mayor uso de los servicios sanitarios (tabla 22).

Tabla 22. Características de la muestra según las consultas y prescripción de medicamentos en atención primaria de salud y hospitalizaciones entre los 4 y 6 años de edad.

	Consultas de atención primaria			Prescripción de medicamentos		Hospitalizaciones	
	N	Media (DE)	p-valor	Media (DE)	p-valor	Media (DE)	p-valor
Total	1863	11,7 (7,6)		1,3 (2,3)		0,22 (0,7)	
Sexo			0,581		0,003		<0,001
Niños	946	11,6 (7,3)		1,4 (2,4)		0,29 (0,8)	
Niñas	917	11,8 (8,0)		1,1 (2,1)		0,15 (0,5)	
Estudios de la madre^a			<0,001		0,498		0,164
Estudios primarios o inferiores	62	11,7 (6,8)		0,8 (1,6)		0,32 (0,5)	
Secundarios de primer grado	355	12,8 (8,3)		1,4 (2,7)		0,22 (0,5)	
Secundarios de segundo grado	624	12,3 (7,5)		1,3 (2,3)		0,26 (0,7)	
Universitarios técnicos	263	11,3 (7,4)		1,2 (2,2)		0,16 (0,8)	
Universitarios superiores	553	10,2 (7,3)		1,2 (2,1)		0,18(0,7)	
Capacidad adquisitiva Familiar^{a,b}			0,005		0,272		0,217
Baja	861	12,19 (8,0)		1,3 (2,4)		0,24 (0,7)	
Media	705	11,64 (7,4)		1,2 (2,2)		0,22 (0,8)	
Alta	296	10,52 (6,9)		1,1 (2,2)		0,15 (0,4)	
Lactancia materna en meses			0,836		0,295		0,936
No lactancia	187	11,9 (7,3)		1,1 (1,8)		0,24(0,9)	
1 a 2 meses	289	11,5 (7,0)		1,1 (1,9)		0,22 (0,6)	
3 a 5 meses	739	11,9 (7,8)		1,3 (2,4)		0,20 (0,7)	
≥6 meses	282	11,3 (7,7)		1,2 (2,4)		0,22 (0,7)	
Sin respuesta	366	11,8 (7,8)		1,4 (2,6)		0,24 (0,6)	
Estado de salud^a			<0,001		<0,001		<0,001
Óptimo	1704	11,4 (7,5)		1,2 (2,1)		0,20 (0,6)	
Subóptimo	158	14,7 (8,8)		1,9 (3,5)		0,44 (1,2)	
Estado ponderal a los 4 años de edad según z-IMC^c			0,459		0,707		0,421

Continuación tabla 22

Sin exceso de peso	1453	11,7 (7,6)	1,3(2,3)	0,21 (0,7)
Sobrepeso	315	11,6 (7,4)	1,2 (2,2)	0,26 (0,8)
Obesidad	95	12,7 (8,7)	1,3 (2,3)	0,16 (0,5)
Obesidad abdominal a los 4 años de edad según el perímetro de cintura^{a,d}		0,184	0,611	0,711
Sin obesidad abdominal	1732	11,7 (7,6)	1,2 (2,3)	0,22 (0,7)
Obesidad abdominal	125	12,6 (8,1)	1,4 (2,0)	0,20 (0,5)
Obesidad abdominal a los 4 años según el cociente cintura-talla^{a,e}		0,118	0,189	0,412
Sin obesidad abdominal	1670	11,6 (7,6)	1,2 (2,3)	0,22 (0,7)
Obesidad abdominal	187	12,6 (8,2)	1,5 (2,5)	0,18 (0,5)

DE: desviación estándar.

^a Variables con valores no disponibles

^b Capacidad adquisitiva familiar estimada a través de la Family Affluence Scale.

^c Sobrepeso: +1 DE y obesidad: +2 DE del Índice de Masa Corporal (z-IMC) según las tablas de referencia de la OMS-2006.

^d Obesidad abdominal: percentil ≥90 del perímetro de cintura según las tablas de referencia de Fernández et al.

^e Obesidad abdominal: percentil ≥90 del cociente cintura (cm) y talla (cm).

La tabla 23, muestra la asociación del estado ponderal y obesidad abdominal con la demanda de consultas de atención primaria, prescripción de medicamentos y hospitalizaciones. En cuanto a las consultas de atención primaria, se observó que los participantes clasificados con obesidad general y abdominal a los 4 años, comparando con los que no tenían exceso de peso ni obesidad abdominal, presentaron un IRR=1,08 ($p>0,05$) y 1,06 ($p>0,05$), respectivamente.

Los tres indicadores de obesidad presentaron una mayor tasa de incidencia de prescripción de medicamentos (tabla 23), estimando un IRR=1,62 (IC 95%: 1,11 a 2,38) con la obesidad general, 1,37 (IC 95%: 0,99 a 1,90) con la obesidad abdominal a partir del perímetro de cintura, y 1,34 (IC 95%: 1,02 a 1,76) con el cociente cintura-talla.

Tabla 23. Asociación del estado ponderal y obesidad abdominal a los 4 años con la demanda de consultas y prescripción de medicamentos en atención primaria de salud y hospitalizaciones entre los 4 y 6 años de edad.

	Consultas de atención primaria			Prescripción de medicamentos			Hospitalizaciones		
	IRR ^d	IC 95%	p-valor	IRR ^d	IC 95%	p-valor	IRR ^d	IC 95%	p-valor
Estado ponderal a los 4 años de edad según z-IMC^a									
(N=1857)									
Sin exceso de peso	1 (ref)			1 (ref)			1 (ref)		
Sobrepeso	0,98	(0,91 a 1,06)	0,672	1,02	(0,82 a 1,28)	0,805	1,24	(0,87 a 1,77)	0,216
Obesidad	1,08	(0,94 a 1,23)	0,237	1,62	(1,11 a 2,38)	0,012	0,80	(0,41 a 1,57)	0,527
Obesidad abdominal a los 4 años de edad según el perímetro de cintura^b									
(N=1851)									
Sin obesidad abdominal	1 (ref)			1 (ref)			1 (ref)		
Obesidad abdominal	1,06	(0,95 a 1,19)	0,268	1,37	(0,99 a 1,90)	0,055	0,94	(0,53 a 1,64)	0,834
Obesidad abdominal a los 4 años según el cociente cintura-talla^c									
(N=1851)									
Sin obesidad abdominal	1 (ref)			1 (ref)			1 (ref)		
Obesidad abdominal	1,06	(0,97 a 1,17)	0,166	1,34	(1,02 a 1,76)	0,034	0,88	(0,54 a 1,44)	0,636

^a Sobrepeso: +1 Desviación estándar (DE) y obesidad: +2 DE del Índice de Masa Corporal (z-IMC) según las tablas de referencia de la OMS-2006.

^b Obesidad abdominal: ≥percentil 90 del perímetro de cintura según las tablas de referencia de Fernández et al.

^c Obesidad abdominal: ≥percentil 90 del cociente cintura (cm) y talla (cm).

^d IRR: Cociente de tasas de incidencia estimado mediante modelos mixtos de regresión binomial negativa ajustado por sexo, edad, nivel educativo de la madre, poder adquisitivo familiar, lactancia materna y estado de salud percibido a los 4 años de edad.

En cuanto a la hospitalización (tabla 23), no se observaron diferencias en la tasa de incidencia en los participantes con obesidad general y abdominal, comparado con los clasificados con peso normal a los 4 años.

El número promedio de visitas en atención primaria por grupos de patologías según aparatos durante el seguimiento de dos años fue: 4 visitas para problemas del sistema respiratorio, 0,5 por problemas del sistema musculoesquelético, 0,2 para problemas del sistema nervioso y 0,5 para problemas psicológicos (datos no mostrados). La tabla 24 describe la relación entre el estado de peso y las visitas a los servicios de atención primaria agrupadas por los diferentes sistemas. Los resultados mostraron un aumento en la tasa de incidencia de problemas relacionados con el sistema musculoesquelético (IRR = 1,27; IC del 95%: 1,00-1,62) en niños con obesidad abdominal basados en la medición de la relación cintura/altura, pero no con los otros dos indicadores de obesidad. También observamos un aumento de las visitas debido a problemas psicológicos con la obesidad general (IRR = 1,53; IC del 95%: 1,02-2,28), mientras que otros indicadores no mostraron asociaciones estadísticamente significativas. No se encontraron asociaciones con problemas del sistema respiratorio o nervioso.

Ninguna de las interacciones evaluadas fue estadísticamente significativa.

Tabla 24. Asociación del estado ponderal y obesidad abdominal a los 4 años con la demanda de consultas en atención primaria de salud según problemas por aparatos más frecuentes entre los 4 y 6 años de edad.

	Problemas del aparato respiratorio			Problemas del aparato locomotor			Problemas del sistema nervioso			Problemas psicológicos		
	IRR ^d	IC 95%	p-valor	IRR ^d	IC 95%	p-valor	IRR ^d	IC 95%	p-valor	IRR ^d	IC 95%	p-valor
Estado ponderal a 4 años de edad según z-IMC^a (N=1857)												
Sin exceso de peso	1(ref)			1(ref)			1(ref)			1(ref)		
Sobrepeso	0,95	(0,86 a 1,06)	0,455	1,10	(0,90 a 1,35)	0,323	1,11	(0,85 a 1,45)	0,428	0,83	(0,61 a 1,11)	0,223
Obesidad	1,04	0,87 a 1,26)	0,618	1,28	(0,91 a 1,78)	0,145	1,02	(0,65 a 1,60)	0,922	1,53	(1,02 a 2,28)	0,036
Obesidad abdominal a los 4 años de edad según el perímetro de cintura^b (N=1851)												
Sin obesidad abdominal	1(ref)			1(ref)			1(ref)			1(ref)		
Obesidad abdominal	1,05	(0,91 a 1,23)	0,501	1,09	(0,81 a 1,46)	0,563	0,95	(0,63 a 1,44)	0,831	1,11	(0,74 a 1,67)	0,580
Obesidad abdominal a los 4 años según el cociente cintura-talla^c (N=1851)												
Sin obesidad abdominal	1(ref)			1(ref)			1(ref)			1(ref)		
Obesidad abdominal	0,99	(0,87 a 1,14)	0,981	1,27	(1,00 a 1,62)	0,046	1,10	(0,79 a 1,53)	0,564	1,09	(0,77 a 1,54)	0,614

^a Sobrepeso: +1 Desviación estándar (DE) y obesidad: +2 DE del Índice de Masa Corporal (z-IMC) según las tablas de referencia de la OMS-2006.

^b Obesidad abdominal: ≥percentil 90 del perímetro de cintura según las tablas de referencia de Fernández et al.

^c Obesidad abdominal: ≥percentil 90 del cociente cintura (cm) y talla (cm).

^d IRR: Cociente de tasas de incidencia estimado mediante modelos mixtos de regresión binomial negativa ajustado por sexo, edad, nivel educativo de la madre, poder adquisitivo familiar, lactancia materna y estado de salud percibido a los 4 años de edad.

6. DISCUSIÓN

Esta tesis doctoral aporta evidencia de que la prevalencia del exceso de peso aumenta entre los 4 a 6 años de edad, con importantes variaciones del estado ponderal. Los casos incidentes de exceso de peso y obesidad abdominal presentan mayor riesgo de salud subóptima y de peor calidad de vida relacionada con la salud. Los casos persistentes así como los incidentes de exceso de peso y obesidad abdominal, presentaron mayores valores de tensión arterial y mayor probabilidad de tener presión arterial sistólica y diastólica elevada. La demanda de servicios de salud relacionados con la obesidad fue de pequeña magnitud en la primera infancia. Sin embargo, se asoció con una demanda ligeramente mayor de prescripciones de fármacos y de visitas al médico de atención primaria relacionada con problemas psicológicos y musculoesqueléticos.

6.1. Sobre la metodología

6.1.1 Fortalezas.

La principal fortaleza de este trabajo es la naturaleza longitudinal del estudio que permite sugerir asociaciones de tipo causal. Existen muy pocos estudios con diseños longitudinales que evalúen el impacto del sobrepeso y obesidad en el estado de salud de la población preescolar, etapa donde el exceso de peso es ya muy prevalente ⁽²⁸⁾ y la probabilidad de que se mantengan a lo largo de la infancia y adolescencia es mayor en los menores de edad que comenzaron precozmente con este problema ⁽²⁹⁻³¹⁾.

El diseño del estudio también facilitó la exclusión de los participantes con alguna alteración de los parámetros evaluados al inicio del estudio, entre ellos, aquellos con una percepción de estado de salud subóptima o los que tenían la presión arterial elevada. Esto, nos permitió realizar estimaciones de incidencias.

Además incluye participantes de diferentes niveles socioeconómicos, ámbitos territoriales y procedencias. Las medidas antropométricas contaron con mediciones objetivas y estandarizadas, estimando diversos índices. Hasta donde tenemos conocimiento, se trata del primer estudio longitudinal, iniciado en edades preescolares en analizar el efecto de la obesidad y sus variaciones en tiempo, con diferentes mediciones objetivas, estandarizadas y con diferentes criterios de clasificación que se caracterizan por su alta sensibilidad y alta especificidad para clasificar la obesidad.

De igual manera, otras de las medidas analizadas como la presión arterial, fue evaluada de manera objetiva, estandarizada con mediciones basales y durante el

seguimiento, ajustando por un importante número de posibles variables confusoras. Por otra parte, nuestro estudio es uno de los escasos trabajos sobre la demanda de servicios asistenciales realizados en la población preescolar, utilizando por primera vez en su asociación diversos indicadores que permiten diferenciar la obesidad general y la abdominal.

6.1.2 Limitaciones.

Para la correcta interpretación de nuestros resultados, destacamos algunas limitaciones del estudio. En primer lugar, el corto periodo de seguimiento, ya que con solo dos años, el reducido número de eventos, junto con el tamaño de la muestra, ha supuesto limitaciones en el poder estadístico de algunas estimaciones. Sin embargo, el seguimiento desde la edad preescolar, donde se producen cambios fisiológicos importantes en el crecimiento infantil, puede aportar nuevo conocimiento para fortalecer las políticas de salud pública de prevención de la obesidad.

Hay que señalar como una limitación del estudio, que hubo un moderado sesgo de selección que afectaría a la inferencia poblacional de las estimaciones, en el sentido de que los participantes cuyos padres tenían bajo nivel educativo y nacidos fuera de España, tuvieron menor tasa de respuesta en la medición basal y que fue comunicada previamente⁽¹⁴⁶⁾. Esta situación podría subestimar las prevalencias de nuestro estudio debido a que el *exceso ponderal* tiene una mayor prevalencia en grupos de menor posición socioeconómica. Por ello, habrá que tenerlo en consideración a la hora de hacer comparaciones con otros estudios.

Por otro lado, señalamos que el IMC, indicador para clasificar las categorías ponderales, puede haber dado lugar a clasificaciones erróneas de algunos niños, en especial los situados en niveles bajos de *no exceso de peso* o en zonas de IMC próximas a los valores de corte de las categorías ponderales⁽¹⁵⁸⁾.

En cuanto a la evaluación de la CVRS, no se tuvo información del *Kidscreen-10* a los 4 años por lo que no se pudieron ajustar las estimaciones de CVRS a los 6 años por las puntuaciones basales, aunque se controló de forma indirecta con el estado de salud percibido. El cuestionario de calidad de vida fue cumplimentado por los padres y aunque algunos estudios sugieren que la CVRS referida por los padres tiende a subestimar o sobrestimar la CVRS de los menores⁽⁸⁰⁾, otros trabajos muestran una alta concordancia entre las puntuaciones de los menores y padres^(79,101).

También conviene destacar que se analizó el promedio de presión arterial sistólica y diastólica a partir de una única visita al pediatra, y no de 3 mediciones separadas como es la recomendación de la Sociedad Europea de Hipertensión para definir presión arterial elevada. Teniendo en cuenta la bondad de ajuste del modelo, la adiposidad explicaría solo el 5-8% (dependiendo de los indicadores) en los modelos sin ajuste, aumentando al 7-10% en los ajustados. Esta limitada bondad de ajuste es similar a lo observado en otros estudios⁽¹⁵⁹⁾, y, por tanto, otros factores no incluidos en el análisis podrían explicar la varianza residual y confundir los resultados.

En cuanto a la demanda y frecuencia de uso del sistema sanitario, no se dispone de estudios de validación de la información clínica de la historia clínica electrónica para la población infantil de nuestra región, aunque probablemente los errores sean no diferenciales, afectando por igual a los menores con o sin problemas de obesidad. Finalmente, no se pudo incluir información de la demanda a urgencias debido a que el sistema de información no estaba interoperable con el resto de registros.

6.2. Sobre la persistencia y variación del estado ponderal

Los principales resultados de este estudio longitudinal de base poblacional, muestran que las prevalencias de sobrepeso y obesidad aumentaron de forma importante entre los 4 y 6 años de edad, duplicándose la frecuencia de participantes clasificados con obesidad según los criterios OMS y IOTF. Este incremento se produce por el mantenimiento de la obesidad (tres de cada cuatro participantes con obesidad a los 4 años permanecieron en esta categoría a los 6) y por el progreso del sobrepeso hacia obesidad (alrededor de uno de cada cuatro participantes clasificado con sobrepeso).

Otros estudios españoles^(24,160,161) han reportado prevalencias más elevadas de *exceso ponderal* en población infantil. Estas diferentes prevalencias están relacionadas con las disparidades en los determinantes sociales y estilos de vida, aunque también pueden deberse a diferencias metodológicas con los grupos de edad seleccionados, el periodo de estudio, y la definición de obesidad, u otros criterios que dificultan la comparación⁽⁴⁴⁾. La ENS-2011⁽¹⁶²⁾ estimaba una prevalencia de *exceso ponderal* en edades de 2-5 años del 29,8% (27,8 % en niños y 31,9% en niñas). En el estudio ALADINO⁽²⁴⁾, se observó también una mayor prevalencia de sobrepeso en población de 6 años, que varió según las clasificaciones utilizadas entre un 11,1-24,5%, así como de obesidad, oscilando entre un 10,4-15,0%. En la región de Murcia⁽¹⁶³⁾ a partir de datos del

Programa de Atención al Niño y al Adolescente, observaron una prevalencia de sobrepeso a los 6 años del 19,6% y del 13,7% de obesidad, según criterios IOTF. En Castilla-La Mancha⁽¹⁶⁴⁾ reportaron en 2013 con criterios IOTF una prevalencia de sobrepeso en población de 4-6 años del 12%, y del 8,2% de obesidad, cifras similares a las de nuestro estudio. Esta menor magnitud observada en la zona centro de España es coherente con las estimaciones nacionales que sitúan a Madrid y Castilla-La Mancha entre las regiones con menor prevalencia⁽¹⁶⁴⁾.

Nuestras estimaciones longitudinales mostraron, de forma consistente, un aumento del *exceso de peso* de los 4 a los 6 años con todos los criterios utilizados. Sin embargo, no observamos un aumento significativo de la prevalencia de sobrepeso entre los 4 y los 6 años según los criterios OMS. Esto es debido a que sus puntos de corte del IMC para definir sobrepeso a los 4 años son inferiores al resto de los criterios utilizados; dando lugar a que las prevalencias de sobrepeso a los 4 años sean superiores y los cambios relativos de los 4 a los 6 años sean menores. Recientemente, datos procedentes del estudio longitudinal Europeo IDEFICS⁽⁶⁴⁾, realizado en menores de 10 años en el que participa España junto con otros 7 países, mostraron prevalencias similares a las de nuestro trabajo; con criterios IOTF las prevalencias de exceso ponderal a los 4 años fueron del 11 y 13% en niños y niñas, aumentando a los 6 años al 19 y 21% respectivamente.

Nuestros resultados también son consistentes con otros estudios que describen el riesgo de sobrepeso y obesidad en edades muy tempranas, con mayor probabilidad del mantenimiento del exceso de peso durante la infancia y adolescencia en aquellos que debutaron con este problema de forma precoz^(62,165-167). Un estudio longitudinal italiano con participantes de 3-8 años con seguimiento de dos años⁽⁶⁴⁾, mostró resultados comparables, donde un 83% de los participantes con *exceso ponderal* se mantienen en esta categoría, y la incidencia de nuevos casos (8,4%) casi duplica a los que remiten a un peso normal (5%). En el estudio de Castilla-La Mancha⁽¹⁶⁸⁾ observaron resultados similares: tres de cada cuatro menores con obesidad persistían en esta categoría, mientras que un 10% de los participantes con sobrepeso pasaron a obesidad, cifra inferior a la de nuestro estudio, que fue del 28%. Este dato de nuestro estudio es muy relevante desde el punto de vista de salud pública, ya que el mayor riesgo de convertirse en obeso a los 6 años se encuentra en aquellos que tenían sobrepeso a los 4 años (según las curvas de densidad aquellos que tenían un percentil superior a 75). Como esta población contacta de forma sistemática con el sistema sanitario para el control pediátrico, la estrategia de intervención sobre este grupo de riesgo es muy evidente.

Hay que tener en cuenta que los participantes clasificados con sobrepeso que pasaron a obesidad, probablemente estén relacionados con la aparición del *rebote adiposo* entre los 4 y los 6 años y que explicaría parte del aumento de las prevalencias. Aunque el *rebote adiposo*, que comprende las edades de 5 a 6 años, es un periodo crítico para el desarrollo de obesidad en la infancia y adolescencia, muchos niños regresarán en edades posteriores a una situación de normopeso⁽³¹⁾. De aquí la importancia de monitorizar la evolución del IMC en estas edades y comprobar si el *rebote adiposo* se relaciona con la aparición del exceso ponderal en la adolescencia y vida adulta.

El estudio ELOIN es el primer estudio longitudinal con base poblacional diseñado en España para describir el estado ponderal desde edades preescolares, utilizando mediciones objetivas y estandarizadas, que incluye niños de diferentes niveles socioeconómicos, ámbitos territoriales y procedencias; desarrollado en el marco de la RMC de los centros de atención primaria del Servicio Madrileño de Salud.

6.3. Sobre el estado de salud percibido y la calidad de vida relacionada con la salud

Nuestros resultados evidencian que los casos incidentes de exceso de peso, así como los de obesidad abdominal, se asociaron a un mayor riesgo de estado de salud subóptimo con respecto a los que persistieron sin exceso de peso, sin obesidad general o abdominal tras 2 años de seguimiento. Asimismo, los nuevos casos de obesidad abdominal tuvieron peor CVRS mientras que la remisión del exceso de peso se asoció a mejor CVRS.

Existen muy pocos estudios que hayan evaluado con diseños longitudinales el impacto del sobrepeso y obesidad en el estado de salud y calidad de vida en la población infantil. Además, existen importantes variaciones en el rango de edad de la población estudiada así como otras diferencias metodológicas que dificultan establecer comparaciones. El indicador de salud percibida ha sido considerado, al igual que ocurre en la población adulta, como un buen predictor de la morbilidad y mortalidad en población infantil y adolescente, siendo un constructo relativamente estable y que se relaciona de forma consistente con el bienestar general, demanda sanitaria y comportamientos no saludables⁽¹⁶⁹⁾. Cubre todos los dominios de la CVRS pero parece representar mejor el componente físico de la salud⁽⁸⁸⁾. Hasta donde conocemos, dos estudios longitudinales han explorado esta asociación^(83,84) observando en ambos un

incremento del riesgo de salud subóptima en los individuos con IMC autodeclarado más elevado. No obstante, además de la diferente medición del IMC, es muy difícil establecer comparaciones ya que el rango de edad varía considerablemente, 10-17 años⁽⁸³⁾ y 12-19 años⁽⁸⁴⁾, respecto a la edad de los participantes en nuestro estudio.

En cuanto a la CVRS, existe un mayor número de estudios que han investigado esta asociación. Sin embargo, sus resultados son inconsistentes y también con notables diferencias metodológicas que hacen difícil la comparación de los resultados. Tres trabajos han encontrado asociaciones positivas, es decir, la población infantil con mayor IMC tenían mayor probabilidad de tener peor CVRS: Sawyer et al., en una cohorte de menores australianos de 4-5 años con un seguimiento de 4 años, y utilizando como instrumento de CVRS el PedsQL, encontraron asociación con la puntuación global de la escala y con la dimensión de funcionamiento psicológico y social⁽¹⁰⁰⁾; Hunsberger et al., en el estudio IDEFICS, donde participaron 8 países europeos, entre ellos España, reclutando población de entre los 2-10 años, después de 2 años de seguimiento observaron que aquellos que tenían problemas de sobrepeso y obesidad en la medición basal tenían mayor riesgo de peor CVRS estimada mediante el instrumento KINDL⁽⁹⁸⁾; Jansen et al., en un estudio longitudinal en menores australianos de 4-5 años y un seguimiento de 6 años, observaron una asociación positiva entre el número de veces que los participantes eran clasificados con sobrepeso y obesidad en las sucesivas mediciones y la mayor probabilidad de tener peor CVRS evaluada mediante el PedsQL⁽⁹⁹⁾. Por el contrario, dos estudios no observaron este efecto. Se trata del trabajo de Williams et al., realizado en Australia con participantes de entre 8-13 años y un periodo de seguimiento de 5 años⁽¹⁷⁰⁾, y el de Parkinson et al., en menores de 7 años y 2 de seguimiento⁽¹⁰²⁾. Ambos trabajos confirman asociaciones transversales pero no en el análisis de forma prospectiva.

En nuestro estudio hemos analizado la variación del estado ponderal, en lugar de clasificar la exposición por los valores observados en la medición basal, ya que se observan cambios importantes a lo largo de los dos años de seguimiento que pudieran relacionarse de forma dinámica con el estado de salud. Aunque los menores de edad que persisten con exceso de peso general y obesidad abdominal tienen peor salud percibida y peor CVRS comparando con los que en las dos mediciones no tienen exceso de peso u obesidad abdominal, estas no son estadísticamente significativas. Este resultado podría interpretarse como un mecanismo de tolerancia, en especial al tratarse de población de menor de edad, donde los efectos adversos de la imagen corporal no están todavía tan instaurados como en edades más tardías.

Es destacable que en los casos incidentes con exceso de peso se observa de forma consistente con los dos indicadores (IMC y obesidad abdominal) un incremento del riesgo de mala salud percibida. Sin embargo, la asociación con la CVRS solo se observa con los casos nuevos de obesidad abdominal mientras que la remisión incrementa la puntuación del *Kidscreen-10* en el caso del exceso de peso. Estas diferencias en relación observada con los dos indicadores que evalúan adiposidad general y adiposidad abdominal deberían ser investigadas con mayor detalle en posteriores estudios. La grasa abdominal, particularmente la acumulación de grasa visceral, se asocia en mayor medida que el IMC a complicaciones relacionadas con la obesidad en la población infantil, especialmente las alteraciones cardiometabólicas⁽⁵⁾.

En las revisiones sistemáticas de Tsiros et al.,⁽⁷⁹⁾ y Griffiths et al.⁽⁸¹⁾, a pesar de las notables diferencias metodológicas relacionadas con la medición del estado ponderal, la calidad de vida y la intervención preventiva, los participantes que redujeron el IMC mejoraron la calidad de vida tanto en la puntuación total como en los componentes de salud físico, psicológico y social. En el caso de confirmar una mejora en la CVRS en los menores de edad que recuperan un estado ponderal normal, estos resultados podrían tener importantes implicaciones de salud pública.

6.4. Sobre la alteración de la presión arterial

Tras dos años de seguimiento, los menores clasificados tanto con obesidad general como abdominal, mostraron un incremento medio de 4-5 mmHg de presión arterial sistólica y 2,5-3,0 mmHg de diastólica. La probabilidad de tener la presión arterial elevada, expresada en OR, era 2,0-2,5 veces mayor en los clasificados con obesidad. Tanto los casos persistentes como incidentes con sobrepeso, obesidad general y obesidad abdominal, mostraron un incremento del riesgo de aumento de la presión arterial, mientras que los remitentes mostraron valores bastante similares a los menores sin exceso de peso.

De forma consistente, numerosos estudios longitudinales han puesto de manifiesto la relación entre el exceso de peso y el incremento de la presión arterial sistólica y diastólica en población infantil y adolescente^(118,122,159,171-182). Aunque los grupos de edad y el periodo de seguimiento, así como los indicadores utilizados, varían considerablemente dificultando las comparaciones, la magnitud del incremento promedio de la presión arterial observado en nuestro estudio es bastante similar a la reportada por otros estudios.

Teniendo en cuenta que el estatus de tener sobrepeso u obesidad puede cambiar a lo largo de la infancia y adolescencia, algunos trabajos han analizado las diferentes trayectorias de los indicadores antropométricos y su efecto sobre el riesgo cardiometabólico, y más específicamente, sobre la presión arterial^(118,122,159,171-176,178). Tanto los casos persistentes como los incidentes de exceso de peso se asociaron a un incremento de la presión arterial. Además, cuando el exceso de peso revertía a lo largo del seguimiento, disminuía la presión arterial^(122,171-176). En nuestro estudio hemos observado las mismas asociaciones en edades muy tempranas de la vida y con solo dos años de seguimiento, lo que muestra la importancia de controlar el exceso de peso de forma precoz para intentar normalizar los valores de presión arterial.

Aunque en la revisión sistemática realizada por Friedeman et al. se destacaba un mayor efecto de la obesidad en las niñas, tanto sobre la presión sistólica como diastólica⁽¹¹⁵⁾, en nuestro estudio este incremento ha sido similar en ambos sexos, al igual que lo observado por otros autores a través de estudios longitudinales^(122,173,178,180,182). Quizás el análisis conjunto de estudios con diseños longitudinales y transversales incluidos en la revisión de Friedeman et al., pudiera estar relacionada con las diferencias detectadas. Por otro lado, una pregunta menos investigada era conocer si el estatus socioeconómico pudiera modificar la asociación entre la adiposidad y la presión arterial. De forma consistente con los resultados de nuestro trabajo, Howe et al., observaron cómo las notables diferencias en la presión arterial según la posición socioeconómica no eran mediadas por la adiposidad⁽¹⁸³⁾.

Otro aspecto que está en discusión es el papel que tienen los diferentes indicadores antropométricos sobre el riesgo cardiovascular. Se ha propuesto que, comparando con el IMC, el perímetro de cintura es mejor marcador de la adiposidad visceral, estando más asociado con las complicaciones cardiometabólicas⁽⁵⁾. Por otro lado, se ha planteado el uso del perímetro de cintura corregido por la altura, como predictor del riesgo cardiometabólico, que tiene la ventaja de poder utilizarse fácilmente en diferentes subgrupos poblacionales sin necesidad de estandarizar según valores de referencia⁽¹⁸⁴⁾. En nuestro estudio no hemos encontrado grandes diferencias entre estos indicadores, si bien el perímetro de cintura corregido por la altura mostraba en general menores asociaciones. Las investigaciones donde se han utilizado ambos indicadores de obesidad general y abdominal, tampoco han encontrado diferencias en su asociación con la presión arterial^(122,174,180).

En cualquier caso, es relevante tener en cuenta que la obesidad, estimada a partir del IMC y perímetro de cintura por separado tiene una sensibilidad del 80-85%⁽¹⁸⁵⁾. Esto quiere decir que ambas mediciones por separado no detectan uno de cada 5-6

casos de obesidad, por lo que se ha propuesto el uso de ambas medidas de forma simultánea en la consulta de pediatría para detectar este problema de salud⁽¹⁸⁶⁾. Incluso elaborando un modelo con las cuatro combinaciones de obesidad a los 4 años de edad, se incrementaba la presión sistólica de forma estadísticamente significativa en todas ellas, lo que vendría a apoyar el uso combinado de ambas mediciones para clasificar la obesidad general y abdominal como determinante de la presión arterial.

Los pediatras tienen un papel estratégico en la prevención de las enfermedades cardiovasculares del adulto ya que muchos de estos factores de riesgo se inician en la infancia. De hecho, existe una intensa discusión acerca de la conveniencia de realizar un cribado universal de hipertensión en la población infantil. No obstante, el cribado de hipertensión dirigido a grupos de riesgo como son los menores de edad con sobrepeso y obesidad, tanto general como abdominal, debería evaluarse para ser integrado en la práctica clínica.

6.5. Sobre la demanda sanitaria

Nuestro estudio muestra que la obesidad general o abdominal en la primera infancia se asocia a una mayor prescripción de medicamentos durante el seguimiento de 2 años. Aunque de forma global no se detectó una mayor demanda de consultas de atención primaria, las visitas adicionales probablemente se relacionaron con problemas psicológicos y musculoesqueléticos. No se observaron diferencias con respecto al número de ingresos hospitalarios.

La obesidad infantil puede originar efectos adversos en casi todos los sistemas del organismo⁽²¹⁾ y varios estudios ponen de manifiesto un peor estado de salud subjetivo y de calidad de vida^(80,81). Sin embargo, estos resultados contrastan con la escasa carga de enfermedad detectada por los padres⁽¹⁴³⁾. Adicionalmente, la percepción entre los profesionales de la salud de que la obesidad infantil tiene pocas consecuencias clínicas sigue siendo generalizada⁽¹⁸⁷⁾, lo que dificulta la prevención y control de este problema de salud desde edades tempranas.

Estudios previos muestran un aumento en la demanda de servicios sanitarios entre los menores a edad preescolar y adolescentes afectados por la obesidad. La magnitud de este aumento tiende a ser pequeña o moderada, y refleja principalmente la demanda de servicios distintos de los ingresos hospitalarios^(83,134,138,140,188,189). Estabrooks et al.,⁽¹⁸⁸⁾ en población de 3-17 años, observaron un incremento del riesgo de consultas de atención primaria del 11% en el seguimiento de un año y de un 6% durante tres años, muy

similar al observado en nuestro trabajo donde observamos un aumento del 8%, aunque no estadísticamente significativo. Janicke et al. en menores entre los 7-15 años observaron un incremento un poco superior, del 19%⁽¹⁸⁹⁾, mientras que Hampl et al.⁽¹³⁷⁾ no detectaron un incremento significativo de mayor demanda de consultas en atención primaria en población de 5-18 años.

La obesidad, basada en el cociente cintura talla, fue asociada con un aumento en la demanda de consultas de atención primaria principalmente por problemas musculoesqueléticos. El impacto de la obesidad infantil sobre el sistema musculoesquelético está relacionado con una mayor disfunción de las articulaciones que genera problemas de pie, tobillo y rodilla principalmente, así como dolor muscular y mayor riesgo de fracturas⁽¹⁹⁰⁾. Sin embargo, la evidencia es mayor con el riesgo de dolor muscular mientras que para el riesgo de fracturas y accidentes, todavía es pequeña⁽¹⁹¹⁾. El único estudio dirigido a menores en edad preescolar de 2 años de edad detectó un incremento de las hospitalizaciones por problemas musculoesqueléticos en los clasificados con obesidad⁽¹⁴⁰⁾. Pero la evidencia de la relación entre la obesidad y el riesgo de accidentes sigue siendo poco concluyente: Lynch et al.,⁽¹³⁸⁾ y Ferro et al.,⁽¹⁹²⁾ encontraron resultados discordantes al analizar el riesgo de accidentes, mientras que el primero observó un aumento del riesgo, el segundo mostraba un efecto protector atribuido posiblemente a una menor realización de actividad física.

El hallazgo de que la obesidad basada en el IMC también se asoció con una mayor demanda de servicios de atención primaria relacionados con problemas psicológicos respalda hallazgos anteriores que relacionan los problemas de salud mental como uno de los efectos secundarios más extendidos de la obesidad infantil⁽¹⁸⁷⁾. Sin embargo, existen pocos estudios que evalúen su impacto en el uso de servicios de salud por esta causa. Estabrook et al.⁽¹⁸⁸⁾ y Turer et al.,⁽⁸³⁾ en participantes de 3-17 y 10-17 años de edad, observaron un incremento de visitas por problemas de salud mental, y Wooldford et al.,⁽¹⁹³⁾ encontraron un incremento de la carga hospitalaria por trastornos afectivos en población de 2-18 años con diagnóstico hospitalario secundario de obesidad⁽¹⁹³⁾.

El mayor número de medicamentos recetados a los niños afectados por la obesidad en nuestro estudio también es respaldado con hallazgos anteriores tales como Solmi et al.,⁽¹⁴¹⁾ que registró el uso de medicación de forma autodeclarada en una cohorte de menores de 5 años con 7 años de seguimiento. En otro trabajo realizado en niños australianos de 4-5 años, el exceso de peso se asoció con un incremento del gasto farmacéutico. Sin embargo, Hayes et al.⁽¹⁴⁰⁾ no observaron diferencias de uso de medicación en participantes con obesidad de 2-5 años comparando con aquellos con

peso normal, recogiendo información a través de registros sanitarios, aunque hay que mencionar que la muestra estudiada fue pequeña.

Una vez más, la evidencia publicada con respecto a la relación entre la obesidad y el aumento del riesgo de ingresos hospitalarios no es concluyente. Tres estudios no encontraron asociación^(138,141,143), mientras que otros dos informaron una relación directa entre el riesgo de ingresos y el exceso de peso en la infancia^(132,140). Uno de estos dos estudios, que relaciona las trayectorias de crecimiento del IMC con el uso de servicios sanitarios, observó cómo los menores de edad que alcanzaban rápidamente valores elevados del IMC y que se mantenían altos hasta los 10 años, tenían mayor probabilidad de hospitalización⁽¹³²⁾.

Finalmente, exploramos si los cambios en el estado de ponderal durante los dos años de seguimiento pueden haber influido en nuestros resultados. El análisis se repitió sólo con niños que mantuvieron las mismas categorías de clasificación a la edad de 4 y 6 años. Encontramos la misma asociación con la prescripción de medicamentos y los problemas psicológicos. Sin embargo, la asociación se perdió para los problemas musculoesqueléticos.

7. CONCLUSIONES

1. La prevalencia de sobrepeso y obesidad aumentó de forma importante entre los 4 y 6 años de edad, duplicándose la frecuencia de obesidad con criterios OMS y IOTF. Aunque el cambio absoluto es moderado, pues se parte de cifras relativamente bajas de prevalencia de exceso ponderal a los 4 años, este incremento se produce principalmente por los casos incidentes y de manera importante por la continuidad en el mantenimiento de la obesidad y el progreso del sobrepeso hacia obesidad.
2. Los cambios en el estado ponderal se asociaron con cambios en el estado de salud y la calidad de vida relacionada con la salud. Los casos incidentes de exceso de peso evaluados mediante el IMC, así como los de obesidad abdominal, se asociaron a un mayor riesgo de estado de salud subóptimo. Asimismo, los nuevos casos de obesidad abdominal disminuyeron la CVRS mientras que la remisión del exceso de peso (IMC) se asoció a mejor CVRS.
3. La población infantil de 4 años de edad que mostraban al inicio del estudio exceso de peso basado en el IMC o tenían obesidad abdominal, presentaron mayor riesgo de elevación de la presión arterial a los 6 años de edad. Los casos incidentes y persistentes de exceso de peso y obesidad abdominal se asociaron a un mayor riesgo de presión arterial elevada, mientras que aquellos que revertían a un peso normal disminuían su presión arterial a niveles comparables con respecto a aquellos que tenían valores antropométricos normales al inicio del estudio y en el seguimiento.
4. A la edad preescolar hasta los 6 años de edad, la asociación de la obesidad general y abdominal con el uso de servicios sanitarios es de pequeña magnitud. No obstante, se observó una mayor demanda por problemas del aparato locomotor y psicológico, así como una mayor prescripción de medicamentos en atención primaria.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Farpour-Lambert NJ, Baker JL, Hassapidou M, Holm JC, Nowicka P, O'Malley G, et al. Childhood Obesity Is a Chronic Disease Demanding Specific Health Care - a Position Statement from the Childhood Obesity Task Force (COTF) of the European Association for the Study of Obesity (EASO). *Obes Facts* 2015; 8(5):342-349.
2. World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser* 2000; 894: i-xii, 1-253.
3. Hurt RT, Frazier TH, McClave SA, Kaplan LM. Obesity epidemic: overview, pathophysiology, and the intensive care unit conundrum. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2011; 35(5):4S-13S.
4. Ruiz JR, Ortega FB, Rizzo NS, Villa I, Hurtig-Wennlöf A, Oja L, et al. High Cardiovascular Fitness Is Associated with Low Metabolic Risk Score in Children: The European Youth Heart Study. *Pediatr Res* 2007; 61(3):350-355.
5. Dobashi K. Evaluation of Obesity in School-Age Children. *J Atheroscler Thromb* 2016; 23(1):32-38.
6. González Jiménez E. Obesidad: análisis etiopatogénico y fisiopatológico. *Endocrinol Nutr* 2013; 60(1):17-24.
7. Ravussin E. Physiology. A NEAT way to control weight? *Science* 2005; 307(5709):530-531.
8. Ali O, Cerjak D, Kent JW, James R, Blangero J, Zhang Y. Obesity, Central Adiposity and Cardiometabolic Risk Factors in Children and Adolescents: a Family-based Study. *Pediatr Obes* 2014; 9(3):e58-e62.
9. Tchernof A, Després J-P. Pathophysiology of Human Visceral Obesity: An Update. *Physiol Rev* 2013; 93(1):359-404.
10. Asayama K, Hayashibe H, Dobashi K, Uchida N, Nakane T, Kodera K, et al. Decrease in serum adiponectin level due to obesity and visceral fat accumulation in Children. *Obes Res* 2003; 11(9):1072-1079.
11. Pandita A, Sharma D, Pandita D, Pawar S, Tariq M, Kaul A. Childhood obesity: prevention is better than cure. *Diabetes Metab Syndr Obes* 2016; 9:83-89.
12. Bhadoria A, Sahoo K, Sahoo B, Choudhury A, Sufi N, Kumar R. Childhood obesity: Causes and consequences. *J Fam Med Prim Care* 2015; 4(2):187.
13. Davison KK, Birch LL. Childhood overweight: a contextual model and recommendations for future research. *Obes Rev* 2001; 2(3):159-171.
14. Anderson PM, Butcher KF. Childhood Obesity: Trends and Potential Causes. *Future Child* 2006; 16(1):19-45.

15. Langn se K, Mast M, Danielzik S, Spethmann C, M ller MJ. Socioeconomic gradients in body weight of German children reverse direction between the ages of 2 and 6 years. *J Nutr* 2003; 133(3):789-796.
16. Dubois L, Girard M. Early determinants of overweight at 4.5 years in a population-based longitudinal study. *Int J Obes* 2006; 30(4):610-617.
17. James PT, Leach R, Kalamara E, Shayeghi M. The Worldwide Obesity Epidemic. *Obes Res* 2001; 9(11):228S-233S.
18. Forouzanfar MH, Alexander L, Anderson HR, Bachman VF, Biryukov S, Brauer M, et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks in 188 countries, 1990-2013: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet* 2015; 386(10010):2287-2323.
19. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet* 2014; 384(9945):766-781.
20. Abarca-Gómez L, Abdeen ZA, Hamid ZA, Abu-Rmeileh NM, Acosta-Cazares B, Acuin C, et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet* 2017; 390(10113):2627-2642.
21. Han JC, Lawlor DA, Kimm SY. Childhood obesity. *The Lancet* 2010; 375(9727):1737-1748.
22. Ahrens W, Pigeot I, Pohlabeln H, De Henauw S, Lissner L, Molnár D, et al. Prevalence of overweight and obesity in European children below the age of 10. *Int J Obes* 2014; 38(2):S99-107.
23. Livingstone B. Epidemiology of childhood obesity in Europe. *Eur J Pediatr* 2000; 159 (S 1):S14-34.
24. Pérez-Farinós N, López-Sobaler AM, Dal Re M , Villar C, Labrado E, Robledo T, et al. The ALADINO Study: A National Study of Prevalence of Overweight and Obesity in Spanish Children in 2011. *BioMed Res Int* 2013; 2013:1-7.
25. Agencia Española de Consumo - Aecosan, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Estudio ALADINO 2015. Disponible en: http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/web/nutricion/detalle/aladino_2015.htm
26. Ministerio de Sanidad Seguridad Social e Igualdad. Encuesta Nacional de Salud. España 2011/12. Salud mental y calidad de vida relacionada a la salud en la población infantil. Madrid; 2014. Serie Informes monográficos n  2.
27. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. ENSE Encuesta Nacional de Salud España 2017. Disponible en:

- https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaNac2017/ENSE17_pres_web.pdf.
28. Nambiar S, Hughes I, Davies PS. Developing waist-to-height ratio cut-offs to define overweight and obesity in children and adolescents. *Public Health Nutr* 2010; 13(10):1566-1574.
 29. Himes JH. Challenges of Accurately Measuring and Using BMI and Other Indicators of Obesity in Children. *Pediatrics* 2009; 124(1):s3-22.
 30. Lazarus R, Baur L, Webb K, Blyth F. Body mass index in screening for adiposity in children and adolescents: systematic evaluation using receiver operating characteristic curves. *Am J Clin Nutr* 1996; 63(4):500-506.
 31. Rolland-Cachera MF. Childhood obesity: current definitions and recommendations for their use. *Int J Pediatr Obes* 2011; 6(5-6):325-331.
 32. Rodríguez G, Pietrobelli A, Wang Y, Moreno LA. *Methodological Aspects for childhood and adolescence obesity epidemiology*. Springer New York; 2011; 21-40.
 33. WHO. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry: report of a WHO expert comitee. WHO Technical Report Series. Geneve; 1995. Report No: 854.
 34. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatr Suppl* 2006; 450: 76-85.
 35. Onis MD, Onyango A. W, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World health Organization*, 85, 660-667. Disponible en: http://www.who.int/childgrowth/standards/technical_report/en/
 36. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, et al. CDC growth charts: United States. *Adv Data* 2000; (314):1-27.
 37. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320(7244):1240-1243.
 38. Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ* 2007; 335(7612):194.
 39. Cole TJ, Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity: Extended international BMI cut-offs. *Pediatr Obes* 2012; 7(4):284-294.
 40. Hernández M, Castellet J, Narvaiza JL, Rincón JM RI. *Curvas y tablas de crecimiento 0-18 años*. Instituto de investigación sobre Crecimiento y Desarrollo. Fundación Faustino Orbegoza; Bilbao 1988; 1-32.

41. de Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ* 2007; 85(9):660-667.
42. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Mei Z, et al. 2000 CDC growth charts for the United States; methods and development. *Vital Health Stat* 2002;(246):1-190.
43. Fundación Faustino Orbegozo. Los Estudios de Crecimiento. Bilbao. Disponible en: <http://www.fundacionorbegozo.com/el-instituto-de-investigacion-del-crecimiento-y-desarrollo/los-estudios-de-crecimiento/>
44. Cattaneo A, Monasta L, Stamatakis E, Lioret S, Castetbon K, Frenken F, et al. Overweight and obesity in infants and pre-school children in the European Union: a review of existing data. *Obes Rev* 2010; 11(5):389-398.
45. Lee YS. Consequences of childhood obesity. *Ann Acad Med Singapore* 2009; 38(1):75-77.
46. Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. *Am J Clin Nutr* 2000; 72(2):490-495.
47. Sijtsma A, Bocca G, L'Abée C, Liem ET, Sauer PJJ, Corpeleijn E. Waist-to-height ratio, waist circumference and BMI as indicators of percentage fat mass and cardiometabolic risk factors in children aged 3–7 years. *Clin Nutr* 2014; 33(2):311-315.
48. Fernández JR, Redden DT, Pietrobelli A, Allison DB. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr* 2004; 145(4):439-444.
49. Kavaric N, Klisic A, Soldatovic I, Bjelakovic B. Can Waist Circumference Be a Reliable Anthropometric Parameter in Healthy Normal Weight and Overweight Adolescents? *Iran J Public Health* 2015; 44(6):883-884.
50. Zimmet P, Alberti KGM, Kaufman F, Tajima N, Silink M, Arslanian S, et al. The metabolic syndrome in children and adolescents? and IDF consensus report. *Pediatr Diabetes* 2007; 8(5):299-306.
51. Ashwell M, Lejeune S, McPherson K. Ratio of waist circumference to height may be better indicator of need for weight management. *BMJ* 1996; 312(7027):377.
52. Brambilla P, Bedogni G, Heo M, Pietrobelli A. Waist circumference-to-height ratio predicts adiposity better than body mass index in children and adolescents. *Int J Obes* 2013; 37(7):943-946.
53. McCarthy HD, Ashwell M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message –

- 'keep your waist circumference to less than half your height'. *Int J Obes* 2006; 30(6):988-992.
54. Bacopoulou F, Efthymiou V, Landis G, Rentoumis A, Chrousos GP. Waist circumference, waist-to-hip ratio and waist-to-height ratio reference percentiles for abdominal obesity among Greek adolescents. *BMC Pediatr* 2015; 15(1):50.
 55. Freedman DS, Wang J, Ogden CL, Thornton JC, Mei Z, Pierson RN, et al. The prediction of body fatness by BMI and skinfold thicknesses among children and adolescents. *Ann Hum Biol* 2007; 34(2):183-194.
 56. Freedman DS, Ogden CL, Blanck HM, Borrud LG, Dietz WH. The Abilities of Body Mass Index and Skinfold Thicknesses to Identify Children with Low or Elevated Levels of Dual-Energy X-Ray Absorptiometry-Determined Body Fatness. *J Pediatr* 2013; 163(1):160-166.
 57. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods. *Clin Nutr Edinb Scotl* 2004; 23(5):1226-1243.
 58. Ogden CL, Carroll MD, Flegal KM. High Body Mass Index for Age Among US Children and Adolescents, 2003-2006. *JAMA* 2008; 299(20):2401-2405.
 59. Geisler A L, Baker JL, Sørensen TIA. Contributions of Incidence and Persistence to the Prevalence of Childhood Obesity during the Emerging Epidemic in Denmark. *PLoS One* 2012; 7(8):e42521.
 60. Bartle NC, Hill C, Webber L, Van Jaarsveld CHM, Wardle J. Emergence and persistence of overweight and obesity in 7-to 11-year-old children. *Obes Facts* 2013; 6:415-423.
 61. Gesta S, Tseng Y-H, Kahn CR. Developmental origin of fat: tracking obesity to its source. *Cell* 2007; 131(2):242-256.
 62. Fuentes RM, Notkola I-L, Shemeikka S, Tuomilehto J, Nissinen A. Tracking of body mass index during childhood: a 15-year prospective population-based family study in eastern Finland. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2003; 27(6):716-721.
 63. Deshmukh-Taskar P, Nicklas TA, Morales M, Yang SJ, Zakeri I, Berenson GS. Tracking of overweight status from childhood to young adulthood: the Bogalusa Heart Study. *Eur J Clin Nutr* 2006; 60(1):48-57.
 64. Fuiano N, Rapa A, Monzani A, Pietrobelli a, Diddi G, Limosani a, et al. Prevalence and risk factors for overweight and obesity in a population of Italian schoolchildren: a longitudinal study. *J Endocrinol Invest* 2008; 31(11):979-984.
 65. Ahrens W, Bammann K, Siani A, Buchecker K, De Henauw S, Iacoviello L, et al. The IDEFICS cohort: design, characteristics and participation in the baseline survey. *Int J Obes* 2005. 2011; 35 (1):S3-15.
 66. Salsberry PJ, Reagan PB. Dynamics of early childhood overweight. *Pediatrics* 2005; 116(6):1329-1338.

67. Dietz WH. Critical periods in childhood for the development of obesity. *Am J Clin Nutr*. 1994; 59(5):995-999.
68. Simmonds M, Burch J, Llewellyn A, Griffiths C, Yang H, Owen C, et al. The use of measures of obesity in childhood for predicting obesity and the development of obesity-related diseases in adulthood: A systematic review and meta-analysis. *Health Technol Assess* 2015; 19(43).
69. Singh AS, Mulder C, Twisk JWR, Van Mechelen W, Chinapaw MJM. Tracking of childhood overweight into adulthood: A systematic review of the literature. *Obes Rev* 2008; 9(5):474-488.
70. Mead E, Batterham AM, Atkinson G, Ells LJ. Predicting future weight status from measurements made in early childhood: a novel longitudinal approach applied to Millennium Cohort Study data. *Nutr Diabetes* 2016; 6:e200.
71. Freedman DS, Shear CL, Burke GL, Srinivasan SR, Webber LS, Harsha DW, et al. Persistence of juvenile-onset obesity over eight years: the Bogalusa Heart Study. *Am J Public Health* 1987; 77(5):588-592.
72. Johannsson E, Arngrimsson SA, Thorsdottir I, Sveinsson T. Tracking of overweight from early childhood to adolescence in cohorts born 1988 and 1994: overweight in a high birth weight population. *Int J Obes* 2005; 30(8):1265-1271.
73. Raj M, Sundaram KR, Paul M, Sudhakar A, Kumar RK. Dynamics of growth and weight transitions in a pediatric cohort from India. *Nutr J* 2009; 8-55.
74. Martínez Vizcaíno F, Salcedo Aguilar F, Rodríguez Artalejo F, Martínez Vizcaíno V, Domínguez Contreras ML, Torrijos Regidor R. Obesity prevalence and tracking of body mass index after a 6 years follow up study in children and adolescents: the Cuenca Study, Spain. *Med Clin (Barc)* 2002; 119(9):327-330.
75. Reilly JJ, Kelly J. Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: systematic review. *Int J Obes* 2011; 35(7):891-898.
76. Llewellyn A, Simmonds M, Owen CG, Woolacott N. Childhood obesity as a predictor of morbidity in adulthood: a systematic review and meta-analysis: Childhood obesity and adult morbidity. *Obes Rev* 2016; 17(1):56-67.
77. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. Risk factors and adult body mass index among overweight children: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 2009; 123(3):750-757.
78. Vucenik I, Stains JP. Obesity and cancer risk: evidence, mechanisms, and recommendations. *Ann N Y Acad Sci* 2012; 1271:37-43.
79. Tsiros MD, Olds T, Buckley JD, Grimshaw P, Brennan L, Walkley J, et al. Health-related quality of life in obese children and adolescents. *Int J Obes* 2009; 33(4):387-400.

80. Buttitta M, Iliescu C, Rousseau A, Guerrien A. Quality of life in overweight and obese children and adolescents: a literature review. *Qual Life Res* 2014; 23(4):1117-1139.
81. Griffiths LJ, Parsons TJ, Hill AJ. Self-esteem and quality of life in obese children and adolescents: A systematic review. *Int J Pediatr Obes* 2010; 5(4):282-304.
82. Ul-Haq Z, Mackay DF, Fenwick E, Pell JP. Meta-analysis of the association between body mass index and health-related quality of life among children and adolescents, assessed using the pediatric quality of life inventory index. *J Pediatr* 2013; 162(2):280-286.
83. Turer CB, Lin H, Flores G. Health Status, Emotional/Behavioral Problems, Health Care Use, and Expenditures in Overweight/Obese US Children/Adolescents. *Acad Pediatr* 2013; 13(3):251-258.
84. Vingilis ER, Wade TJ, Seeley JS. Predictors of adolescent self-rated health. Analysis of the National Population Health Survey. *Can J Public Health* 2002; 93(3):193-197.
85. Delpierre C, Kelly-Irving M, Munch-Petersen M, Lauwers-Cances V, Datta GD, Lepage B, et al. SRH and HrQOL: does social position impact differently on their link with health status? *BMC Public Health*. 2012; 12(1):19.
86. Eiser C, Morse R. Can parents rate their child's health-related quality of life? Results of a systematic review. *Qual Life Res* 2001; 10(4):347-357.
87. Upton P, Lawford J, Eiser C. Parent-child agreement across child health-related quality of life instruments: A review of the literature. *Qual Life Res* 2008; 17(6):895-913.
88. Smith KW, Avis NE, Assmann SF. Distinguishing between quality of life and health status in quality of life research: a meta-analysis. *Qual Life Res* 1999; 8(5):447-459.
89. Okosun IS, Choi S, Matamoros T, Dever GEA. Obesity Is Associated with Reduced Self-Rated General Health Status: Evidence from a Representative Sample of White, Black, and Hispanic Americans. *Prev Med* 2001; 32(5):429-436.
90. Waters E, Stewart-Brown S, Fitzpatrick R. Agreement between adolescent self-report and parent reports of health and well-being: results of an epidemiological study. *Child Care Health Dev* 2003; 29(6):501-509.
91. Cullinan J, Gillespie P. Does Overweight and Obesity Impact on Self-Rated Health? Evidence Using Instrumental Variables Ordered Probit Models. *Health Econ* 2016; 25(10):1341-1348.
92. Pu C, Chou Y-J. Health Ratings for Underweight, Overweight and Obese Adolescents: Disparities between Adolescent's Own Report and the Parent's Report. *Asia Pac J Clin Nutr* 2010; 19(2):180-187.

93. Shrivastava A, Murrin C, Kelleher CC. Preschoolers' parent-rated health disparities are strongly associated with measures of adiposity in the Lifeways cohort study children. *BMJ Open* 2014; 4(7):e005328-e005328.
94. Belfort MB, Zupancic JAF, Riera KM, Turner JHG, Prosser LA. Health state preferences associated with weight status in children and adolescents. *BMC Pediatr* 2011; 11(1):12.
95. Ravens-Sieberer U, Torsheim T, Hetland J, Vollebergh W, Cavallo F, Jericek H, et al. Subjective health, symptom load and quality of life of children and adolescents in Europe. *Int J Public Health* 2009; 54:151-159.
96. Leplège A, Hunt S. The Problem of Quality of Life in Medicine. *JAMA* 1997; 278(1):47-50.
97. Taillefer M-C, Dupuis G, Roberge M-A, LeMay S. Health-Related Quality of Life Models: Systematic Review of the Literature. *Soc Indic Res* 2003; 64(2):293-323.
98. Hunsberger M, Lehtinen-Jacks S, Mehlig K, Gwozdz W, Russo P, Michels N, et al. Bidirectional associations between psychosocial well-being and body mass index in European children: longitudinal findings from the IDEFICS study. *BMC Public Health* 2016; 16(1):949.
99. Jansen PW, Mensah FK, Clifford S, Nicholson JM, Wake M. Bidirectional associations between overweight and health-related quality of life from 4–11 years: Longitudinal Study of Australian Children. *Int J Obes* 2013; 37(10):1307-1313.
100. Sawyer MG, Harchak T, Wake M, Lynch J. Four-year prospective study of BMI and mental health problems in young children. *Pediatrics* 2011; 128(4):677-684.
101. Williams J, Williams JW, Canterford L, Hesketh KD, Hardy P, Waters EB, et al. Changes in body mass index and health related quality of life from childhood to adolescence. *Int J Pediatr Obes* 2011; 6(2):e442-448.
102. Parkinson KN, Adamson AJ, Basterfield L, Reilly JK, Le Couteur A, Reilly JJ. Influence of adiposity on health-related quality of life in the Gateshead Millennium Study cohort: longitudinal study at 12 years. *Arch Dis Child* 2015; 100(8):779-783.
103. Ottova V, Erhart M, Rajmil L, Dettenborn-Betz L, Ravens-Sieberer U. Overweight and its impact on the health-related quality of life in children and adolescents: results from the European KIDSCREEN survey. *Qual Life Res* 2012; 21(1):59-69.
104. Ravens-Sieberer U, Erhart M, Rajmil L, Herdman M, Auquier P, Bruil J, et al. Reliability, construct and criterion validity of the KIDSCREEN-10 score: A short measure for children and adolescents' well-being and health-related quality of life. *Qual Life Res* 2010; 19(10):1487-1500.
105. Gálvez Casas A, Rosa Guillamon A, Garcia-Canto E, Rodriguez Garcia PL, Perez-Soto JJ, Tarraga Marcos L, et al. Nutritional status and health-related life quality in school children from the southeast of Spain. *Nutr Hosp* 2015; 31(2):737-743.

106. Franks PW, Hanson RL, Knowler WC, Sievers ML, Bennett PH, Looker HC. Childhood Obesity, Other Cardiovascular Risk Factors, and Premature Death. *N Engl J Med* 2010; 362(6):485-493.
107. Davy KP, Hall JE. Obesity and hypertension: two epidemics or one? *Am J Physiol-Regul Integr Comp Physiol* 2004; 286(5):R803-813.
108. Sorof J, Daniels S. Obesity hypertension in children: a problem of epidemic proportions. *Hypertension* 2002; 40(4):441-447.
109. Owens S, Galloway R. Childhood Obesity and the Metabolic Syndrome. *Curr Atheroscler Rep* 2014; 16(9).
110. Weiss R, Bremer AA, Lustig RH. What is metabolic syndrome, and why are children getting it? *Ann N Y Acad Sci* 2013; 1281:123-140.
111. Nicklas TA, Yang S-J, Baranowski T, Zakeri I, Berenson G. Eating patterns and obesity in children. The Bogalusa Heart Study. *Am J Prev Med* 2003; 25(1):9-16.
112. McCrindle BW. Cardiovascular consequences of childhood obesity. *Can J Cardiol* 2015; 31(2):124-130.
113. Agudelo GM, Bedoya G, Estrada A, Patiño FA, Muñoz AM, Velásquez CM. Variations in the prevalence of metabolic syndrome in adolescents according to different criteria used for diagnosis: which definition should be chosen for this age group? *Metab Syndr Relat Disord* 2014; 12(4):202-209.
114. Friend A, Craig L, Turner S. The prevalence of metabolic syndrome in children: a systematic review of the literature. *Metab Syndr Relat Disord* 2013; 11(2):71-80.
115. Friedemann C, Heneghan C, Mahtani K, Thompson M, Perera R, Ward AM. Cardiovascular disease risk in healthy children and its association with body mass index: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2012; 345(2):e4759-e4759.
116. Feber J, Ahmed M. Hypertension in children: new trends and challenges. *Clin Sci Lond Engl* 1979 2010; 119(4):151-161.
117. De Moraes ACF, Carvalho HB, Siani A, Barba G, Veidebaum T, Tornaritis M, et al. Incidence of high blood pressure in children - Effects of physical activity and sedentary behaviors: The IDEFICS study: High blood pressure, lifestyle and children. *Int J Cardiol* 2015; 180:165-170.
118. Munthali RJ, Kagura J, Lombard Z, Norris SA. Childhood adiposity trajectories are associated with late adolescent blood pressure: birth to twenty cohort. *BMC Public Health* 2016; 16(1):665.
119. Kelly RK, Thomson R, Smith KJ, Dwyer T, Venn A, Magnussen CG. Factors Affecting Tracking of Blood Pressure from Childhood to Adulthood: The Childhood Determinants of Adult Health Study. *J Pediatr* 2015; 167(6):1422-1428.
120. Wicklow BA, Becker A, Chateau D, Palmer K, Kozyrskij A, Sellers EAC. Comparison of anthropometric measurements in children to predict metabolic

- syndrome in adolescence: analysis of prospective cohort data. *Int J Obes* 2015; 39(7):1070-1078.
121. Ma C, Wang R, Liu Y, Lu Q, Lu N, Tian Y, et al. Performance of obesity indices for screening elevated blood pressure in pediatric population: Systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2016; 95(39):e4811.
 122. Lawlor DA, Benfield L, Logue J, Tilling K, Howe LD, Fraser A, et al. Association between general and central adiposity in childhood, and change in these, with cardiovascular risk factors in adolescence: prospective cohort study. *BMJ* 2010; 341(1):c6224-c6224.
 123. van de Langenberg D, Hoekstra T, Twisk JWR, van Wouwe JP, Hirasing RA, Renders CM, et al. Weight Fluctuation during Childhood and Cardiometabolic Risk at Young Adulthood. *J Pediatr* 2015; 166(2):313-318.
 124. Magarey A, Daniels L, Boulton T, Cockington R. PAPER Predicting obesity in early adulthood from childhood and parental obesity. *Int J Obes* 2003; 27:505-513.
 125. Lurbe E, Agabiti-Rosei E, Cruickshank JK, Dominiczak A, Erdine S, Hirth A, et al. 2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents. *J Hypertens* 2016; 34(10):1887-1920.
 126. Fernandez-Cruz A, Sanchez RG, Vegas MPS, Cuixart CB, Gascia JM, Labarthe DR, et al. Factores de riesgo cardiovascular en la infancia y adolescencia en espana. Estudio RICARDIN II: valores de referencia. *An Esp Pediatr* 1995; 43(1):11-17.
 127. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 2004; 114(2 4th Report):555-576.
 128. de la Cerda Ojeda F, Herrero Hernando C. Hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Protoc Diagn Ter Pediatr* 2014; 1:171-189.
 129. Freedman DS, Khan LK, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. Relationship of Childhood Obesity to Coronary Heart Disease Risk Factors in Adulthood: The Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 2001; 108(3): 712-718.
 130. Allender S, Rayner M. The burden of overweight and obesity-related ill health in the UK. *Obes Rev* 2007; 8(5):467-473.
 131. Wang G, Dietz WH. Economic burden of obesity in youths aged 6 to 17 years: 1979-1999. *Pediatrics* 2002; 109(5):E81-101.
 132. Batscheider A, Rzehak P, Teuner CM, Wolfenstetter SB, Leidl R, Von Berg A, et al. Development of BMI values of German children and their healthcare costs. *Econ Hum Biol* 2014; 12(1):56-66.
 133. Bechard LJ, Rothpletz-Puglia P, Touger-Decker R, Duggan C, Mehta NM. Influence of Obesity on Clinical Outcomes in Hospitalized Children. *JAMA Pediatr* 2013; 167(5):476-482.

134. Trasande L, Chatterjee S. The Impact of Obesity on Health Service Utilization and Costs in Childhood. *Obesity* 2009; 17(9):1749-1754.
135. Clifford SA, Gold L, Mensah FK, Jansen PW, Lucas N, Nicholson JM, et al. Health-care costs of underweight, overweight and obesity: Australian population-based study. *J Paediatr Child Health* 2015; 51(12):1199-1206.
136. Kinge JM, Morris S. The Impact of Childhood Obesity on Health and Health Service Use. *Health Serv Res* 2018; 53(3):1621-1643.
137. Hampl SE, Carroll CA, Simon SD, Sharma V. Resource utilization and expenditures for overweight and obese children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2007; 161(1):11-14.
138. Lynch BA, Finney Rutten LJ, Jacobson RM, Kumar S, Elrashidi MY, Wilson PM, et al. Health Care Utilization by Body Mass Index in a Pediatric Population. *Acad Pediatr* 2015; 15(6):644-650.
139. Wake M, Canterford L, Patton GC, Hesketh K, Hardy P, Williams J, et al. Comorbidities of overweight/obesity experienced in adolescence: longitudinal study. *Arch Dis Child* 2010; 95(3):162-168.
140. Hayes A, Chevalier A, D'Souza M, Baur L, Wen LM, Simpson J. Early childhood obesity: Association with healthcare expenditure in Australia. *Obesity* 2016; 24(8):1752-1758.
141. Au N. The Health Care Cost Implications of Overweight and Obesity during Childhood. *Health Serv Res* 2012; 47(2):655-676.
142. Solmi F, Morris S. Association between childhood obesity and use of regular medications in the UK: longitudinal cohort study of children aged 5-11 years. *BMJ Open* 2015; 5(6):e007373-e007373.
143. Cockrell Skinner A, Perrin EM, Steiner MJ. Healthy for Now? A Cross-Sectional Study of the Comorbidities in Obese Preschool Children in the United States. *Clin Pediatr (Phila)* 2010; 49(7):648-655.
144. Fleming-Dutra KE, Mao J, Leonard JC. Acute Care Costs in Overweight Children: A Pediatric Urban Cohort Study. *Child Obes* 2013; 9(4):338-345.
145. Ross PA, Newth CJL, Leung D, Wetzel RC, Khemani RG. Obesity and Mortality Risk in Critically Ill Children. *Pediatrics* 2016; 137(3):e20152035.
146. Ortiz-Marrón H, Cuadrado-Gamarra JI, Esteban-Vasallo M, Cortés-Rico O, Sánchez-Díaz J, Galán-Labaca I. Estudio Longitudinal de Obesidad Infantil (ELOIN): diseño, participación y características de la muestra. *Rev Esp Cardiol* 2016; 69(5):521-523.
147. Pérez-Farinós N, Galán I, Ordobás M, Zorrilla B, Cantero JL, Ramírez R. A sampling design for a Sentinel General Practitioner Network. *Gac Sanit* 2009; 23(3):186-191.

148. Ortiz H, Cuadrado JI LK. Hábitos alimentarios, dieta y actividad física en la población infantil de 4 años de la Comunidad de Madrid. Madrid: Comunidad de Madrid. 2015; 5-31.
149. Ortiz-Marrón H, Cuadrado JI, León K, Sánchez J, Esteban M, Galán I, et al. Diseño del estudio ELOIN y prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población infantil de 4 años de la Comunidad de Madrid. Madrid: Consejería sanidad de la Comunidad de Madrid; 2014: 68-91.
150. Domingo-Salvany A, Bacigalupe A, Carrasco JM, Espelt A, Ferrando J, Borrell C. Proposals for social class classification based on the Spanish National Classification of Occupations 2011 using neo-Weberian and neo-Marxist approaches. *Gac Sanit* 2013; 27(3):263-272.
151. Currie C, Molcho M, Boyce W, Holstein B, Torsheim T, Richter M. Researching health inequalities in adolescents: The development of the Health Behaviour in School-Aged Children (HBSC) Family Affluence Scale. *Soc Sci Med* 2008; 66(6):1429-1436.
152. Martin-Moreno JM, Boyle P, Gorgojo L, Maisonneuve P, Fernandez-Rodriguez JC, Salvini S, et al. Development and validation of a food frequency questionnaire in Spain. *Int J Epidemiol* 1993; 22(3):512-519.
153. Díez-Gañán L, Galán Labaca I, León Domínguez CM, Gandarillas Grande A, Torras Belén Z, Alcaraz Cebrián F. Food, energy and nutrient intake in children aged 5-12 in the autonomous community of Madrid, Spain: results of the 2001/2002 Children's Nutrition Survey. *Rev Esp Salud Pública* 2007; 81(5):543-558.
154. Hardin JW, Hilbe JM. Generalized estimating equations. Chapman and Hall/CRC, 2002.
155. Silverman, Bernard W. Density estimation for statistics and data analysis. Routledge, 2018.
156. Erhart M, Ottova V, Gaspar T, Jericek H, Schnohr C, Alikasifoglu M, et al. Measuring mental health and well-being of school-children in 15 European countries using the KIDSCREEN-10 Index. *Int J Public Health* 2009; 54(2):160-166.
157. Boyce W, Torsheim T, Currie C, Zambon A. The family affluence scale as a measure of national wealth: Validation of an adolescent self-report measure. *Soc Indic Res* 2006; 78(3):473-487.
158. Freedman DS, Sherry B. The Validity of BMI as an Indicator of Body Fatness and Risk Among Children. *Pediatrics* 2009; 124(1):S23-34.
159. Jones A, Charakida M, Falaschetti E, Hingorani AD, Finer N, Masi S, et al. Adipose and height growth through childhood and blood pressure status in a large prospective cohort study. *Hypertension* 2012; 59(5):919-925.

160. Serra Majem L, Ribas Barba L, Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C, Saavedra Santana P, Peña Quintana L. Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del Estudio enKid (1998-2000). *Med Clínica* 2003; 121(19):725-732.
161. Martínez-Vizcaíno V, Solera-Martínez M, Caverro-Redondo I, García-Prieto JC, Arias-Palencia N, Notario-Pacheco B, et al. Association between parental socioeconomic status with underweight and obesity in children from two Spanish birth cohorts: a changing relationship. *BMC Public Health* 2015; 15:1276.
162. de Ruiter I, Olmedo-Requena R, Sánchez-Cruz JJ, Jiménez-Moleón JJ. Trends in child obesity and underweight in Spain by birth year and age, 1983 to 2011. *Rev Esp Cardiol Engl Ed* 2017; 70(8):646-655.
163. Espín Ríos MI, Pérez Flores D, Sánchez Ruíz JF, Salmerón Martínez D. Prevalencia de obesidad infantil en la Región de Murcia, valorando distintas referencias para el índice de masa corporal. *An Pediatr* 2013; 78(6):374-381.
164. Valdés Pizarro J, Royo-Bordonada MA. Prevalence of childhood obesity in Spain: National Health Survey 2006-2007. *Nutr Hosp* 2012; 27(1):154-160.
165. Wheaton N, Millar L, Allender S, Nichols M. The stability of weight status through the early to middle childhood years in Australia: a longitudinal study. *BMJ Open* 2015; 5(4):e006963.
166. Evensen E, Wilsgaard T, Furberg A-S, Skeie G. Tracking of overweight and obesity from early childhood to adolescence in a population-based cohort - the Tromsø Study, Fit Futures. *BMC Pediatr* 2016; 16(1):64.
167. Nakano T, Sei M, Ewis AA, Munakata H, Onishi C, Nakahori Y. Tracking overweight and obesity in Japanese children; a six years longitudinal study. *J Med Investig* 2010; 57(1-2):114-123.
168. Martínez AJ, Pozuelo-Carrascosa DP, Solera-Martínez M, González-García A, MartínezVizcaíno V, Sánchez-López M, et al. Estudio de seguimiento de la prevalencia de delgadez y sobrepeso de una cohorte de escolares de 4 a 6 años de Castilla-La Mancha. *Nutr Hosp* 2016; 33(6): 1299-1304.
169. Breidablik H-J, Meland E, Lydersen S. Self-rated health in adolescence: A multifactorial composite. *Scand J Public Health* 2008; 36(1):12-20.
170. Williams JW, Canterford L, Hesketh KD, Hardy P, Waters EB, Patton GC, et al. Changes in body mass index and health related quality of life from childhood to adolescence. *Int J Pediatr Obes* 2011; 6(2-2):e442-e448.
171. Huang R-C, Burrows S, Mori TA, Oddy WH, Beilin LJ. Lifecourse Adiposity and Blood Pressure Between Birth and 17 Years Old. *Am J Hypertens* 2015; 28(8):1056-1063.
172. Mamun AA, Lawlor DA, O'Callaghan MJ, Williams GM, Najman JM. Effect of body mass index changes between ages 5 and 14 on blood pressure at age 14: findings from a birth cohort study. *Hypertens* 2005; 45(6):1083-1087.

173. Berentzen NE, van Rossem L, Gehring U, Koppelman GH, Postma DS, de Jongste JC, et al. Overweight patterns throughout childhood and cardiometabolic markers in early adolescence. *Int J Obes (Lond)* 2016; 40(1):58-64.
174. Bekkers MBM, Brunekreef B, Koppelman GH, Kerkhof M, de Jongste JC, Smit HA, et al. BMI and waist circumference; cross-sectional and prospective associations with blood pressure and cholesterol in 12-year-olds. *PloS One* 2012; 7(12):e51801.
175. Howe LD, Chaturvedi N, Lawlor DA, Ferreira DLS, Fraser A, Davey Smith G, et al. Rapid increases in infant adiposity and overweight/obesity in childhood are associated with higher central and brachial blood pressure in early adulthood. *J Hypertens* 2014; 32(9):1789-1796.
176. Juonala M, Magnussen CG, Berenson GS, Venn A, Burns TL, Sabin MA, et al. Childhood adiposity, adult adiposity, and cardiovascular risk factors. *N Engl J Med* 2011; 365(20):1876-1885.
177. Parker ED, Sinaiko AR, Kharbanda EO, Margolis KL, Daley MF, Trower NK, et al. Change in Weight Status and Development of Hypertension. *Pediatrics* 2016; 137(3):e20151662.
178. Marcus MD, Foster GD, El Ghormli L, Baranowski T, Goldberg L, Jago R, et al. Shifts in BMI category and associated cardiometabolic risk: prospective results from HEALTHY study. *Pediatrics* 2012; 129(4):e983-991.
179. Macdonald-Wallis C, Solomon-Moore E, Sebire SJ, Thompson JL, Lawlor DA, Jago R. A longitudinal study of the associations of children's body mass index and physical activity with blood pressure. *PloS One* 2017; 12(12):e0188618.
180. Maximova K, O'Loughlin J, Paradis G, Hanley JA, Lynch J. Changes in anthropometric characteristics and blood pressure during adolescence. *Epidemiol Camb Mass* 2010; 21(3):324-331.
181. Chen Y-Y, Lee Y-S, Wang J-P, Jiang Y-Y, Li H, An Y-L, et al. Longitudinal Study of Childhood Adiposity and the Risk of Developing Components of Metabolic Syndrome—The Da Qing Children Cohort Study. *Pediatr Res* 2011; 70(3):307-312.
182. Tu W, Eckert GJ, DiMeglio LA, Yu Z, Jung J, Pratt JH. Intensified Effect of Adiposity on Blood Pressure in Overweight and Obese Children. *Hypertension* 2011; 58(5):818-824.
183. Howe LD, Galobardes B, Sattar N, Hingorani AD, Deanfield J, Ness AR, et al. Are there socioeconomic inequalities in cardiovascular risk factors in childhood and are they mediated by adiposity? Findings from a prospective cohort study. *Int J Obes* 2010; 34(7):1149-1159.
184. Browning LM, Hsieh SD, Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res Rev* 2010; 23(2):247-269.

185. Simmonds M, Llewellyn A, Owen CG, Woolacott N. Simple tests for the diagnosis of childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2016; 17(12):1301-1315.
186. Schröder H, Ribas L, Koebnick C, Funtikova A, Gomez SF, Fíto M, et al. Prevalence of abdominal obesity in Spanish children and adolescents. Do we need waist circumference measurements in pediatric practice? *PloS One* 2014; 9(1):e87549.
187. Reilly JJ. Health consequences of obesity. *Arch Dis Child* 2003; 88(9):748-752.
188. Estabrooks PA, Shetterly S. The prevalence and health care use of overweight children in an integrated health care system. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2007; 161(3):222-227.
189. Janicke DM, Harman JS, Jamoom EW, Simon SL, Zhang J, Dumont-Driscoll M. The Relationship Among Child Weight Status, Psychosocial Functioning, and Pediatric Health Care Expenditures in a Medicaid Population. *J Pediatr Psychol* 2010; 35(8):883-891.
190. Smith SM, Sumar B, Dixon KA. Musculoskeletal pain in overweight and obese children. *Int J Obes* 2005. 2014; 38(1):11-15.
191. Paulis WD, Silva S, Koes BW, van Middelkoop M. Overweight and obesity are associated with musculoskeletal complaints as early as childhood: a systematic review. *Obes Rev* 2014; 15(1):52-67.
192. Ferro V, Mosca A, Crea F, Mesturino MA, Olita C, Vania A, et al. The relationship between body mass index and children's presentations to a tertiary pediatric emergency department. *Ital J Pediatr* 2018; 44(1):38.
193. Woolford SJ, Gebremariam A, Clark SJ, Davis MM. Incremental hospital charges associated with obesity as a secondary diagnosis in children. *Obesity (Silver Spring)* 2007; 15(7):1895-18901.

9. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

Honorato Ortiz-Marrón., **Maira Alejandra Ortiz-Pinto.**, Juan I Cuadrado-Gamarra., Maria Esteban-Vasallo, Olga Cortés-Rico., Luis Rey-Gayo.; Iñaki Galán. Persistencia y variación del sobrepeso y la obesidad en la población preescolar de la Comunidad de Madrid tras dos años de seguimiento. Cohorte ELOIN. Rev Esp Cardiol (Engl Ed). 2018. DOI: 10.1016/j.anpedi.2017.09.002. **(Estado actual: Publicado).**

Maira Alejandra Ortiz-Pinto.; Honorato Ortiz-Marrón; Ana Rodríguez-Rodríguez; Laura Casado-Sánchez; José I. Cuadrado-Gamarra; Iñaki Galán. Parental perception of child health status and quality of life associated with overweight and obesity in early childhood. Quality of Life Research. **(Estado actual: Aceptado para publicación).**

Maira Alejandra Ortiz-Pinto. Honorato Ortiz-Marrón, Isabel Ferriz-Vidal, María V Martínez-Rubio, María Esteban-Vasallo, María Ordobás-Gavin and Iñaki Galán. Association between general and central adiposity and development of hypertension in early childhood. Eur J Prev Cardiol 2019 Aug; 26 (12):1326-1334. DOI: 10.1177/2047487319839264. **(Estado actual: Publicado).**

Maira Alejandra Ortiz-Pinto, Honorato Ortiz-Marrón, María Esteban-Vasallo, Agueda Quadrado-Mercadal, Dayami Casanova-Pardo, Marta González Alcón, María OrdobásGavin, Iñaki Galán. Demand for health services and drug prescriptions among overweight or obese preschool Children. Arch Dis Child. **(Estado actual: Aceptado para publicación).**

Artículo 1

Artículo original

Persistencia y variación del sobrepeso y la obesidad en la población preescolar de la Comunidad de Madrid tras dos años de seguimiento. Cohorte ELOIN



Honorato Ortiz-Marrón^{a,*}, Maira Alejandra Ortiz-Pinto^b, José I. Cuadrado-Gamarra^a, María Esteban-Vasallo^c, Olga Cortés-Rico^d, Loreto Rey-Gayo^e, María Ordobás^a e Iñaki Galán^{b,f}

^a Servicio de Epidemiología, Dirección General de Salud Pública, Consejería de Sanidad, Madrid, España

^b Centro Nacional de Epidemiología, Instituto de Salud Carlos III, Madrid, España

^c Servicio de Informes de Salud y Estudios, Dirección General de Salud Pública, Consejería de Sanidad, Madrid, España

^d Centro de Salud Canillejas, Consejería de Sanidad, Madrid, España

^e Centro de Salud Las Calesas, Consejería de Sanidad, Madrid, España

^f Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Facultad de Medicina, Universidad Autónoma de Madrid/IdiPAZ, Madrid, España

Historia del artículo:

Recibido el 24 de agosto de 2017

Aceptado el 21 de diciembre de 2017

On-line el 14 de febrero de 2018

Palabras clave:

Sobrepeso
Obesidad
Índice de masa corporal
Cohorte
Infancia
España

RESUMEN

Introducción y objetivos: La epidemia de obesidad infantil es un problema de salud pública mundial que se inicia a edades muy tempranas. El objetivo del estudio es determinar la persistencia y la variación del sobrepeso y la obesidad en una cohorte de niños seguidos de los 4 a los 6 años de edad.

Métodos: Los datos proceden del ELOIN (Estudio Longitudinal de Obesidad Infantil), cohorte de base poblacional de la Comunidad de Madrid, en el que participaron 2.435 niños. Midieron el peso y la talla 31 pediatras, de manera objetiva y estandarizada, a los 4 años (2012-2013) y a los 6 años de edad (2014-2015). Se utilizaron 3 criterios de referencia para definir «sin exceso de peso», sobrepeso y obesidad: Organización Mundial de la Salud (OMS-2006), *International Obesity Task Force* (IOTF-2000) y tablas españolas de la Fundación Orbegozo-2004.

Resultados: La prevalencia de sobrepeso a los 4 y los 6 años, según los 3 criterios de clasificación, aumentó del 5,7-16,5% (intervalo de los 3 criterios) al 8,9-17,0% y la de obesidad, del 3,0-5,4% al 6,1-10,1%. De cada 4 niños obesos a los 4 años, 3 seguían con obesidad a los 6 años, mientras que un 20,6-29,3% que tenían sobrepeso pasaron a ser obesos. Entre el 8,0 y el 16,1% mantuvieron el «exceso de peso» (sobrepeso/obesidad) entre los 4 y los 6 años, un 7,9-11% fueron nuevos casos y un 2,2-5,9% remitieron.

Conclusiones: El exceso de peso aumentó de los 4 a los 6 años. Se observaron variaciones importantes en el estado ponderal susceptibles de intervención en el control pediátrico del niño sano.

© 2018 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Persistence and Variation in Overweight and Obesity Among the Pre-school Population of the Community of Madrid After 2 Years of Follow-up. The ELOIN Cohort

ABSTRACT

Introduction and objectives: The childhood obesity epidemic is a worldwide public health problem which starts at very early ages. The aim of this study was to determine the persistence of and variation in overweight and obesity among a cohort of children followed up from 4 to 6 years of age.

Methods: The data were drawn from the ELOIN (Longitudinal Childhood Obesity Study), a population-based cohort in the Community of Madrid, Spain. A total of 2435 children were involved. Weight and height were objectively measured and standardised at 4 (2012-2013) and 6 years of age (2014-2015) by 31 purpose-trained pediatricians. Three reference criteria were used: the World Health Organization (WHO-2006), International Obesity Task Force (IOTF-2000), and Spanish tables of the Orbegozo Foundation 2004, were used to define “absence of excess weight”, overweight and obesity.

Results: According to the above three classification criteria, between the ages of 4 and 6 years the prevalence of overweight increased from 5.7%-16.5% (range of the 3 criteria) to 8.9%-17.0%, and obesity increased from 3.0%-5.4% to 6.1%-10.1%. Three out of every 4 obese children at age 4 years persisted with obesity at age 6 years, whereas 20.6%-29.3% who were overweight became obese. A total of 8.0% to 16.1% of children maintained “excess weight” (overweight/obesity), 7.9% to 11% were new cases, and 2.2% to 5.9% showed remission.

VÉASE CONTENIDO RELACIONADO:

<https://doi.org/10.1016/j.recresp.2018.04.038>

* Autor para correspondencia: Servicio de Epidemiología, Dirección General de Salud Pública, San Martín de Porres 6, 28035 Madrid, España.

Correos electrónicos: honorato.ortiz@salud.madrid.org, ortizmarron@gmail.com (H. Ortiz-Marrón).

<https://doi.org/10.1016/j.recresp.2017.12.007>

0300-8932/© 2018 Sociedad Española de Cardiología. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Conclusions: Excess weight increased between the ages of 4 and 6 years. Important variations were observed in weight status susceptible to intervention during well-child visits.

Full English text available from: www.revespcardiol.org/en

© 2018 Sociedad Española de Cardiología. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Abreviaturas

ELOIN: Estudio Longitudinal de Obesidad Infantil
FO: Fundación Orbegozo
IMC: índice de masa corporal
IOTF: *International Obesity Task Force*
OMS: Organización Mundial de la Salud

INTRODUCCIÓN

La obesidad infantil se ha convertido en un problema prioritario de salud pública en todo el mundo, en países tanto desarrollados como en vías de desarrollo¹. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en la primera década del siglo *xxi*, alrededor del 20% de los niños y adolescentes europeos tenían sobrepeso y un tercio, obesidad². España, junto con otros países mediterráneos como Italia y Chipre, se situaba entre los países europeos con mayor prevalencia³.

Recientes estudios internacionales muestran que la prevalencia de sobrepeso/obesidad podría haberse estabilizado en los últimos años⁴. En España, a partir de los datos declarados de la Encuesta Nacional de Salud, la magnitud del «exceso de peso» (sobrepeso/obesidad) infantil entre 2001 y 2010 se mantuvo constante⁵. Otras fuentes, como el estudio ALADINO (Alimentación, Actividad física, Desarrollo Infantil y Obesidad), de ámbito nacional, realizado en 2011 en población de 6-9 años con medidas objetivas de peso y estatura, mostró altas prevalencias de sobrepeso (26,2%) y obesidad (18,3%)⁶. El estudio, repetido en 2015, estimó una prevalencia ligeramente inferior de sobrepeso (23,2%), pero similar de obesidad (18,1%)⁷.

La obesidad en el adulto se asocia con importantes enfermedades no transmisibles, tales como diabetes, enfermedades cardiovasculares y diversos tipos de cáncer, así como mortalidad prematura^{8,9}. La obesidad infantil, aunque bastante silenciosa, produce numerosas comorbilidades en la infancia¹⁰, pero su relevancia radica en su persistencia en la adolescencia y la vida adulta¹¹. Se estima que alrededor del 55% de los niños obesos y el 70% de los adolescentes obesos padecerán obesidad de adultos¹², con lo cual se incrementa su riesgo de sufrir mayor morbilidad prematura¹³.

A excepción de los estudios de Begolusa¹⁴, Fiuano-Italia¹⁵ e IDEFICS (*Identification and prevention of Dietary-and lifestyle-induced health Effects In Children and infantS*)¹⁶, la mayoría de los estudios de cohortes se realizaron en países anglosajones o del norte de Europa^{17,18}, y hay escasa información de regiones mediterráneas donde la prevalencia de obesidad es mayor¹. En España, se dispone de información longitudinal con 2 estudios locales en escolares de 9 a 12 años de la ciudad de Cuenca, con 6 años de seguimiento¹⁹, y en las provincias de Cuenca y Ciudad Real en niños de 4 a 6 años, con 2 años de seguimiento²⁰.

En 2012 se puso en marcha en la Comunidad de Madrid el Estudio Longitudinal de Obesidad Infantil (ELOIN), diseñado a partir de una cohorte basal de niños de 4 años, seguidos hasta los 14, para estimar las variaciones del exceso ponderal, su asociación con

factores de riesgo y sus efectos en salud. El estudio ELOIN se constituye con una muestra representativa de la región, y se realiza con profesionales de la Red de Médicos Centinela de Atención Primaria. Además de las mediciones antropométricas objetivas, se examinan los principales factores conocidos del exceso ponderal, como alimentación, lactancia materna, actividad física, sueño y sedentarismo; se valora el riesgo cardiometabólico con muestras de sangre a los 9 y a los 14 años y se estiman los efectos en el estado de salud, la calidad de vida y la demanda sanitaria.

El objetivo de este trabajo es determinar la variación del estado ponderal, en especial los cambios en el sobrepeso y la obesidad, en una cohorte de niños de la Comunidad de Madrid seguidos de los 4 a los 6 años de edad.

MÉTODOS

Diseño y población de estudio

El ELOIN es un estudio de cohortes prospectivo de base poblacional, cuya metodología se ha publicado previamente²¹. Se inició en 2012 y representa a la población de 4 años de la Comunidad de Madrid, con seguimiento a los 6, 9, 12 y 14 años de edad.

Se seleccionó a los sujetos del estudio mediante muestreo por conglomerados bietápico en el marco de la Red de Médicos Centinela²². Para asegurar una distribución proporcional por niveles socioeconómicos, se definieron 14 estratos según variables sociodemográficas que caracterizaron las zonas de salud (unidades de primera etapa). Seguidamente se seleccionó a los niños atendidos por los 31 pediatras centinela, a partir de la base de datos de la tarjeta sanitaria de la Comunidad de Madrid.

Los criterios de inclusión fueron haber nacido entre enero de 2008 y noviembre de 2009 y pertenecer al cupo de los pediatras centinela. En 2012-2013, se fue incluyendo a los niños según cumplían los 4 años (estudio basal) y en 2014-2015 se realizó la primera medición de seguimiento.

La recogida de información se realizó en 2 etapas consecutivas: a) exploración física en el centro de salud, y b) cuestionario estructurado, respondido por el encargado de la alimentación del menor, mediante entrevista telefónica asistida por ordenador.

La muestra para este análisis incluye a los niños que participaron en el estudio basal y a los 2 años de seguimiento.

Se envió una carta a las familias para explicarles los objetivos del estudio y se recogió su consentimiento informado por escrito. El protocolo fue aprobado por el Comité Ético del Hospital Ramón y Cajal de Madrid.

Mediciones

Medidas antropométricas

Los pediatras, debidamente entrenados, realizaron las mediciones de peso y talla de manera estandarizada²¹. El peso se midió con báscula escala digital (SECA modelo 220; precisión, 0,1 kg) y la talla, mediante tallímetro telescópico (SECA modelo 220;

precisión, 1 mm). Se realizaron 2 mediciones de cada sujeto, y se utilizó la media de las mediciones.

El índice de masa corporal (IMC) se calculó a partir de los valores medios de peso y talla con la fórmula: peso (en kilogramos) / talla² (en metros).

Criterios de referencia para clasificar el estado ponderal de los niños

A diferencia del adulto, cuya obesidad se define a partir de un IMC ≥ 30 y el sobrepeso con IMC ≥ 25 -29,9, en la población infantil se compara el IMC específico por edad y sexo con diferentes tablas de crecimiento y puntos de corte de referencia. Esto hace más difícil cuantificar y comparar las estimaciones, pues hay diferentes criterios internacionales y nacionales²³. En el estudio se utilizaron las tablas de crecimiento de la OMS de 2006, los puntos de corte de la *International Obesity Task Force* (IOTF) de 2000 y las tablas españolas de la Fundación Orbegozo (FO) de 2004. A partir del peso y la talla de los niños, se calcularon las categorías ponderales del IMC por sexo y edad en meses. Con los criterios de la OMS²⁴, se calcularon las *z-score* de IMC según los estándares de crecimiento para niños de edad ≤ 60 meses y de 5-19 años. Los participantes se clasificaron en 4 categorías de *z-score* de IMC: obeso ($> +2$ desviaciones estándar [DE]); sobrepeso ($> +1$ y $\leq +2$ DE); normopeso (z -IMC ≥ -1 y $\leq +1$ DE) y bajo peso (< -2 DE). Para clasificar a los participantes según la IOTF, se utilizaron los puntos de referencia propuestos por Cole et al.^{25,26} para niños de 2-18 años, interpolando los valores semestrales. Finalmente, con las tablas de crecimiento españolas de la FO²⁷ interpoladas mensualmente, se clasificó: obesidad, percentil ≥ 97 ; sobrepeso, percentil ≥ 85 y < 97 ; normopeso, percentiles > 3 a < 85 , y bajo peso, percentil ≤ 3 .

Debido a que el número de niños clasificados en bajo peso era muy pequeño ($< 3\%$ de la población), se los agregó a los niños en normopeso en una nueva categoría denominada «sin exceso de peso».

Análisis de datos

Las razones de prevalencia y significación estadística del estado ponderal clasificado como «sin exceso de peso», sobrepeso y obesidad entre los 4 y los 6 años de edad se calcularon mediante modelos de ecuaciones de estimación generalizadas utilizando la distribución binomial²⁸. Se evaluó la estabilidad del estado ponderal clasificado como «sin exceso de peso», sobrepeso y obesidad entre los 4 y los 6 años de edad y se estimó la concordancia mediante el test de kappa ponderado con asignación de pesos cuadráticos. Para representar las distribuciones poblacionales del IMC a los 4 y los 6 años, se calcularon las funciones de densidad con estimaciones Kernel (función de Epanechnikov)²⁹. Para valorar los cambios generales entre los 4 y los 6 años, el sobrepeso y la obesidad se agruparon en una categoría de «exceso de peso», y se estimaron la persistencia en «sin exceso de peso» y «exceso de peso», la incidencia a «exceso de peso» y la remisión a «sin exceso de peso».

Los datos se analizaron con los programas Stata v14.1.

RESULTADOS

De los 3.186 niños de 4 años explorados en el estudio basal, se incluyó a 2.435 (76,4%) que participaron también en el seguimiento de los 6 años. Los motivos de que no participaran fueron, principalmente, la falta de tiempo o motivación de los padres (32%), el cambio de pediatra (16%) o el traslado a otra comunidad autónoma o país de origen (9,4%).

El 50,7% de los niños eran varones y las medias \pm DE de la edad a los 4 y a los 6 años fueron $48,6 \pm 1,7$ y $73,6 \pm 3,3$ meses respectivamente.

En la [tabla 1](#) se presentan los promedios de peso, talla e IMC por sexo y edad. La media de peso y talla aumentó en los 2 años de seguimiento ($p < 0,001$), y se estima un IMC medio a los 4 y a los 6 años de $15,8 \pm 1,5$ y $16,1 \pm 2,1$ ($p < 0,001$); los valores medios de estos parámetros de niños y niñas fueron muy parecidos. Los valores del IMC en los percentiles 5, 25 y 50 entre las 2 mediciones fueron similares; sin embargo, a partir del percentil 75, en ambos sexos, los valores a los 6 años son más altos y se distancian progresivamente a medida que se extrema la cola derecha de la distribución ([tabla 1](#) y [figura](#)).

La prevalencia de obesidad ([tabla 2](#)) aumentó significativamente con los criterios de la OMS (del 5,4 al 10,1%), la IOTF (del 3,0 al 6,1%) y la FO (del 4,5 al 7,1%). Se apreció un incremento significativo del sobrepeso con la IOTF y la FO (del 8,6 al 13,8% y del 5,7 al 8,9%), pero no con los criterios de la OMS. Por sexo, se observó un mayor incremento de obesidad en los niños que en las niñas.

En la [tabla 3](#) se muestra que aproximadamente el 75% de los niños obesos a los 4 años permanecían obesos a los 6, y en torno al 20% remitió a sobrepeso. Se observaron cambios de mayor grado en el sobrepeso, de manera que alrededor de 1 de cada 4 niños progresó a obesidad (OMS, 20,6%; IOTF, 28,1%; FO-2004, 29,3%), otros permanecieron en sobrepeso (OMS, 44,5%; IOTF, 51,4%; FO-2004, 38,6%) y el resto remitió a «sin exceso de peso». Los valores de concordancia de los coeficientes kappa fueron de magnitud moderada-buena. Esta concordancia, observada en ambos sexos,

Tabla 1

Distribución de peso, talla e IMC a los 4 y a los 6 años de edad. Estudio ELOIN. Comunidad de Madrid, 2012-2015

Media \pm DE		Percentil				
		5	25	50	75	95
Peso (kg) (n = 2.435)						
4 años	16,9 \pm 2,4	13,6	15,3	16,7	18,2	21,0
6 años	22,4 \pm 4,2	17,1	19,6	21,7	24,4	30,0
Niños (n = 1.237)						
4 años	17,1 \pm 2,3	13,8	15,6	16,9	18,4	21,1
6 años	22,7 \pm 4,2	17,4	19,7	22,0	24,8	30,6
Niñas (n = 1.198)						
4 años	16,7 \pm 2,4	13,3	15,1	16,5	18,0	21,2
6 años	22,2 \pm 4,2	16,8	19,3	21,5	24,1	29,8
Talla (cm) (n = 2.435)						
4 años	103,4 \pm 4,4	96,4	100,5	103,3	106,3	110,8
6 años	117,5 \pm 5,4	109,0	114,0	117,3	121,0	126,9
Niños (n = 1.237)						
4 años	103,9 \pm 4,5	96,6	101,0	103,9	106,8	111,3
6 años	118,0 \pm 5,5	109,4	114,1	117,9	121,5	127,2
Niñas (n = 1.198)						
4 años	102,9 \pm 4,3	96,0	100,1	102,7	105,5	110,3
6 años	117,1 \pm 5,3	108,5	113,8	116,8	120,3	126,3
IMC (n = 2.435)						
4 años	15,8 \pm 1,5	13,7	14,8	15,7	16,6	18,5
6 años	16,1 \pm 2,1	13,5	14,8	15,8	17,1	20,3
Niños (n = 1.237)						
4 años	15,8 \pm 1,4	13,8	14,9	15,7	16,5	18,3
6 años	16,2 \pm 2,1	13,7	14,9	15,8	17,1	20,4
Niñas (n = 1.198)						
4 años	15,8 \pm 1,6	13,5	14,7	15,6	16,6	18,6
6 años	16,1 \pm 2,1	13,4	14,7	15,7	17,0	20,2

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal.

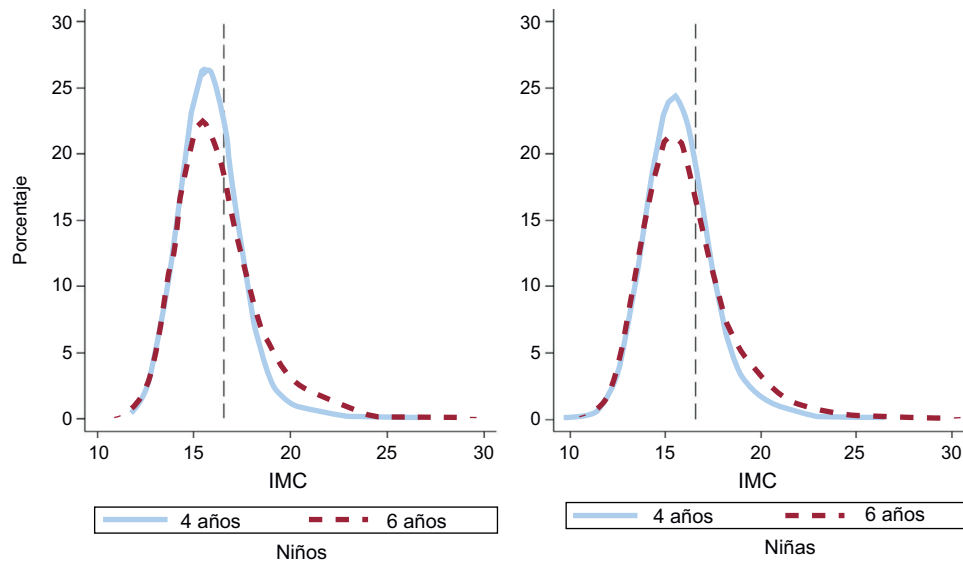


Figura. Comparación de la distribución del IMC a los 4 y a los 6 años de edad. La línea vertical discontinua muestra el valor del percentil 75 del IMC a los 4 años, diferenciado para niños y niñas. IMC: índice de masa corporal.

fue mayor en las niñas que en los niños, y se estimaron valores de estadísticamente significativos en los contrastes de coeficientes kappa con los criterios de la OMS, la IOTF y la FO.

En cuanto a las variaciones del estado ponderal (tabla 4), a los 6 años más del 80% de los niños estaban en la misma categoría de «exceso de peso» o «sin exceso de peso». Los casos incidentes de exceso ponderal variaron del 7,9% (FO) al 11,0% (OMS), y remitieron a «sin exceso de peso» entre el 1,9% (IOTF) y el 5,9% (OMS).

DISCUSIÓN

Los principales resultados de este estudio longitudinal de base poblacional muestran que las prevalencias de sobrepeso y

obesidad aumentaron de forma importante entre los 4 y los 6 años de edad, pues se duplicó la frecuencia de niños obesos según los criterios de la OMS y la IOTF. Este incremento se produjo por mantenerse en obesidad (3 de cada 4 niños obesos a los 4 años permanecían obesos a los 6) y por haber progresado de sobrepeso a obesidad (alrededor de 1 de cada 4 niños con sobrepeso).

Otros estudios españoles^{6,30,31} publicaron mayores prevalencias de «exceso ponderal» en la población infantil. Estas diferentes prevalencias se relacionan con las disparidades en los determinantes sociales y los estilos de vida, aunque también pueden deberse a diferencias metodológicas con los grupos de edad seleccionados, el periodo de estudio y la definición de obesidad u otros criterios que dificultan la comparación³². La Encuesta Nacional de Salud de 2011³³ estimaba una prevalencia de «exceso ponderal» en edades de 2-5 años del 29,8% (el 27,8% de los niños y el 31,9% de las niñas).

Tabla 2

Distribución del estado ponderal según la clasificación de la OMS, la IOTF y la FO a los 4 y 6 años de edad. Estudio ELOIN. Comunidad de Madrid, 2012-2015

	OMS						IOTF						FO					
	4 años			6 años			4 años			6 años			4 años			6 años		
	%	(IC95%)		%	(IC95%)	RP	%	(IC95%)		%	(IC95%)	RP	%	(IC95%)		%	(IC95%)	RP
Total (n = 2.435)																		
Sin exceso de peso	78,0	(76,3-79,6)		72,9	(71,1-74,6)	0,934 ^a	88,3	(86,9-89,6)		80,1	(78,8-81,7)	0,907 ^a	89,8	(88,5-90,9)		84,0	(82,5-85,4)	0,948 ^a
Sobrepeso	16,5	(15,1-18,0)		17,0	(15,8-19,1)	1,029	8,6	(7,6-9,8)		13,8	(12,4-15,1)	1,590 ^a	5,7	(4,9-5,4)		8,9	(7,8-10,1)	1,519 ^a
Obesidad	5,4	(4,6-6,4)		10,1	(8,9-11,4)	1,849 ^a	3,0	(2,4-3,8)		6,1	(5,2-7,1)	2,013 ^a	4,5	(3,7-5,4)		7,1	(6,2-8,2)	1,827 ^a
Niños (n = 1.237)																		
Sin exceso de peso	77,7	(75,4-80,0)		70,2	(67,6-72,7)	0,902 ^a	90,6	(88,9-92,1)		80,5	(78,2-82,6)	0,888 ^a	92,2	(90,6-93,6)		84,8	(82,7-86,8)	0,924 ^a
Sobrepeso	16,8	(14,8-19,1)		17,9	(15,9-20,2)	1,067	7,0	(5,7-8,5)		13,0	(11,3-15,0)	1,872 ^a	4,4	(3,3-5,6)		7,8	(6,5-9,5)	1,828 ^a
Obesidad	5,4	(4,3-6,8)		11,9	(10,2-13,8)	2,194 ^a	2,4	(1,7-3,5)		6,5	(5,2-7,9)	2,666 ^a	3,4	(2,5-4,5)		7,3	(5,9-8,9)	2,160 ^a
Niñas (n = 1.198)																		
Sin exceso de peso	78,3	(75,9-80,5)		75,7	(73,2-78,1)	0,966 ^b	85,9	(83,9-87,8)		79,8	(77,4-81,9)	0,928 ^a	87,2	(85,2-89,0)		83,1	(80,8-85,1)	0,973 ^a
Sobrepeso	16,2	(14,2-18,4)		16,0	(14,1-18,2)	0,989	10,3	(8,7-12,2)		14,4	(12,6-16,6)	1,395 ^a	7,2	(5,8-8,8)		9,9	(8,4-11,8)	1,261
Obesidad	5,5	(4,3-6,9)		8,3	(6,8-9,9)	1,500 ^a	3,7	(2,7-4,9)		5,7	(4,6-7,2)	1,568 ^a	5,6	(4,4-7,0)		7,0	(5,7-8,6)	1,441 ^a

IC95%: intervalo de confianza del 95%; FO: Fundación Orbegozo; IOTF: International Obesity Task Force; OMS: Organización Mundial de la Salud; RP: razón de prevalencia.

^a p < 0,001.

^b p < 0,05.

Tabla 3

Persistencia de obesidad y sobrepeso de los 4 a los 6 años de edad, según la clasificación de la OMS, la IOTF y la FO. Estudio ELOIN. Comunidad de Madrid, 2012-2015

Situación ponderal a los 4 años	Situación ponderal a los 6 años						Kappa ponderado (IC95%)
	Obesidad		Sobrepeso		Sin exceso de peso		
	n	%	n	%	n	%	
Ambos sexos (n = 2.435)							
OMS							0,613 (0,575-0,651)
Obesidad (n = 133)	103	77,4	27	20,3	3	2,3	
Sobrepeso (n = 402)	83	20,6	179	44,5	140	34,8	
Sin exceso de peso (n = 1.900)	60	3,2	208	10,9	1.632	85,9	
IOTF							0,562 (0,515-0,609)
Obesidad (n = 74)	57	77,0	14	19,0	3	4,0	
Sobrepeso (n = 210)	59	28,1	108	51,4	43	20,5	
Sin exceso de peso (n = 2.151)	33	1,5	212	9,9	1.906	88,6	
FO							0,628 (0,580-0,676)
Obesidad (n = 109)	80	73,4	21	19,3	8	7,3	
Sobrepeso (n = 140)	41	29,3	54	38,6	45	32,1	
Sin exceso de peso (n = 2.186)	53	2,4	141	6,5	1.992	91,1	
Niños (n = 1.237)							
OMS							0,536 (0,481-0,592)
Obesidad (n = 67)	52	77,6	12	17,9	3	4,5	
Sobrepeso (n = 208)	48	23,0	83	40,0	77	37,0	
Sin exceso de peso (n = 962)	47	52,0	127	13,2	788	81,9	
IOTF							0,537 (0,469-0,605)
Obesidad (n = 30)	23	76,6	5	16,7	2	6,7	
Sobrepeso (n = 86)	33	38,4	34	39,5	19	22,1	
Sin exceso de peso (n = 1.121)	24	2,1	122	10,9	975	87,0	
FO							0,551 (0,473-0,630)
Obesidad (n = 42)	34	81,0	4	9,5	4	9,5	
Sobrepeso (n = 54)	18	33,3	21	38,9	15	27,8	
Sin exceso de peso (n = 1.141)	38	3,3	72	6,3	1.031	90,4	
Niñas (n = 1.198)							
OMS							0,704 (0,659-0,751)
Obesidad (n = 66)	51	77,3	15	22,7	0	0,0	
Sobrepeso (n = 194)	35	18,0	96	49,5	63	32,5	
Sin exceso de peso (n = 938)	13	1,4	81	8,6	844	90,0	
IOTF							0,704 (0,652-0,757)
Obesidad (n = 44)	34	77,3	9	20,4	1	2,3	
Sobrepeso (n = 124)	26	20,9	74	59,7	24	19,4	
Sin exceso de peso (n = 1.030)	9	0,9	90	8,7	931	90,4	
FO							0,694 (0,638-0,751)
Obesidad (n = 67)	46	68,7	17	25,4	4	6,0	
Sobrepeso (n = 86)	23	26,7	33	38,3	30	34,9	
Sin exceso de peso (n = 1.045)	15	1,4	69	6,6	961	92,0	

IC95%: intervalo de confianza del 95%; FO: Fundación Orbegozo; IOTF: *International Obesity Task Force*; OMS: Organización Mundial de la Salud.

En el estudio ALADINO⁶, se observó también una mayor prevalencia de sobrepeso en la población de 6 años, que varió según las clasificaciones utilizadas entre el 11,1 y el 24,5%, así como de obesidad (10,4-15,0%). En la Región de Murcia³⁴, a partir de los datos del Programa de Atención al Niño y al Adolescente, se observaron prevalencias de sobrepeso y obesidad a los 6 años del 19,6 y el 13,7% según los criterios de la IOTF. En Castilla-La Mancha³⁵, se indicaron en 2013, con criterios de la IOTF, prevalencias de sobrepeso y obesidad en población de 4-6 años del 12 y el 8,2%, cifras similares a las del presente estudio. Esta menor magnitud que se observa en la zona centro de España es coherente con las estimaciones nacionales que sitúan a la Comunidad de Madrid y Castilla-La Mancha entre las regiones con menor prevalencia³⁶.

Las estimaciones longitudinales mostraron un constante aumento del «exceso de peso» de los 4 a los 6 años con todos los criterios utilizados. Sin embargo, no se observó un aumento significativo de la prevalencia de sobrepeso entre los 4 y los 6 años según los criterios de la OMS. Esto se debe a que los puntos de corte del IMC para definir el sobrepeso a los 4 años son inferiores que en los demás criterios utilizados; esto da lugar a que las prevalencias de sobrepeso a los 4 años sean superiores y los cambios relativos de los 4 a los 6 años sean menores.

Los datos procedentes del estudio longitudinal Europeo IDEFICS¹⁶, realizado en niños menores de 10 años, en el que participó España junto con otros 7 países, mostraron prevalencias similares a las de nuestro trabajo; con criterios de la IOTF, las

Tabla 4

Variación del estado ponderal según la clasificación de la OMS, la IOTF y la FO de los 4 a los 6 años de edad. Estudio ELOIN. Comunidad de Madrid, 2012-2015

	OMS		IOTF		FO	
	%	(IC95%)	%	(IC95%)	%	(IC95%)
<i>Total (n = 2.435)</i>						
Persistencia en «sin exceso de peso» ^a	67,0	(65,1-68,9)	78,3	(76,8-80,4)	81,8	(80,2-83,3)
Persistencia en exceso de peso ^b	16,1	(14,6-17,6)	9,8	(8,7-11,0)	8,0	(7,0-9,1)
Incidencia ^c	11,0	(9,8-12,3)	10,0	(8,9-11,3)	7,9	(6,9-9,1)
Remisión ^d	5,9	(5,0-6,9)	1,9	(1,4-2,6)	2,2	(1,7-2,8)
<i>Niños (n = 1.237)</i>						
Persistencia en «sin exceso de peso» ^a	63,7	(61,0-66,4)	78,8	(76,5-81,0)	83,3	(81,1-85,3)
Persistencia en exceso de peso ^b	15,8	(13,8-17,9)	7,7	(6,3-9,3)	6,2	(5,0-7,7)
Incidencia ^c	14,0	(12,2-16,0)	11,8	(10,1-13,7)	8,9	(7,4-10,6)
Remisión ^d	6,5	(5,2-8,0)	1,7	(1,1-2,6)	1,5	(0,9-2,3)
<i>Niñas (n = 1.198)</i>						
Persistencia en «sin exceso de peso» ^a	70,5	(67,8-72,8)	77,7	(76,5-81,0)	80,2	(77,9-82,3)
Persistencia en exceso de peso ^b	16,4	(14,4-18,7)	11,9	(10,2-13,9)	9,9	(8,4-11,7)
Incidencia ^c	7,8	(6,5-9,5)	8,3	(6,8-9,9)	7,0	(5,7-8,6)
Remisión ^d	5,3	(4,1-6,7)	2,1	(1,4-3,1)	2,8	(2,0-3,9)

IC95%: intervalo de confianza del 95%; FO: Fundación Orbegozo; IOTF: *International Obesity Task Force*; OMS: Organización Mundial de la Salud.^a Sujetos que durante el seguimiento se mantuvieron en delgadez o normopeso.^b Sujetos que permanecieron en sobrepeso u obesidad.^c Incidencia: sujetos que cambiaron de «sin exceso de peso» a sobrepeso u obesidad.^d Remisión: sujetos que cambiaron de sobrepeso u obesidad a «sin exceso de peso».

prevalencias de exceso ponderal a los 4 años eran del 11 y el 13% en niños y niñas, y a los 6 años aumentaron al 19 y al 21%.

Los resultados también coincidían con los de otros estudios, en los que se describe el riesgo de sobrepeso y obesidad a edades muy tempranas, con mayor probabilidad de que se mantengan en exceso de peso durante la infancia y la adolescencia en los niños que comenzaron precozmente con este problema^{17,18,37,38}. Un estudio longitudinal italiano con niños de 3-8 años y seguimiento de 2 años¹⁵ mostró resultados comparables; un 83% de los niños con «exceso ponderal» se mantenían en esa categoría, y la incidencia de nuevos casos (8,4%) casi duplicaba a los que remitían a un peso normal (5%). En el estudio de Castilla-La Mancha²⁰ se observaron resultados similares: 3 de cada 4 niños obesos persistían en esta categoría, mientras que un 10% de los niños con sobrepeso pasaron a obesos, cifra inferior a la del presente estudio, que fue del 28%. Este dato del estudio es muy relevante desde el punto de vista de salud pública, ya que el mayor riesgo de convertirse en obeso a los 6 años se encontraba en los que tenían sobrepeso a los 4 años (según las curvas de densidad, los que tenían un percentil > 75). Como esta población contacta sistemáticamente con el sistema sanitario para el control pediátrico, la estrategia de intervención sobre este grupo de riesgo es muy evidente.

Hay que tener en cuenta que el paso de sobrepeso a obesidad de esos niños probablemente se relacione con la aparición del «rebote adiposo» entre los 4 y los 6 años, lo que explicaría parte del aumento de las prevalencias. Aunque el «rebote adiposo», que comprende las edades de 5 a 6 años, es un período crítico para el desarrollo de obesidad en la infancia y la adolescencia, muchos niños regresarán en edades posteriores a una situación de normopeso³⁹. De aquí la importancia de monitorizar la evolución del IMC a estas edades y comprobar si el «rebote adiposo» se relaciona con la aparición del exceso ponderal en la adolescencia y la vida adulta.

El ELOIN es el primer estudio longitudinal con base poblacional diseñado en España para describir el estado ponderal desde edades preescolares, utilizando mediciones objetivas y estandarizadas, que incluye a niños de diferentes niveles socioeconómicos, ámbitos territoriales y procedencias, y desarrollado en el marco de la Red de

Médicos Centinela de los centros de atención primaria del Servicio Regional de Salud de la Comunidad de Madrid.

Limitaciones

Una limitación del estudio es el corto periodo de seguimiento para el análisis de los datos, ya que, por el momento, abarca 2 años. Sin embargo, el seguimiento desde la edad preescolar, donde se producen cambios fisiológicos importantes en el crecimiento infantil, puede aportar nuevo conocimiento para fortalecer las políticas de salud pública de prevención de la obesidad. Hay que señalar como una limitación del estudio ya comunicada previamente²¹, a efectos de representatividad de la muestra, que los niños de familias con bajo nivel educativo y padres extranjeros con dificultades idiomáticas participaron menos, mientras que los niños de madres de alto nivel educativo estaban sobrerrepresentados. Esta situación podría subestimar las prevalencias de este estudio debido a que el «exceso ponderal» tiene un gradiente negativo sociodemográfico (mayor prevalencia en grupos de menor posición socioeconómica). Por ello, habrá que tenerlo en consideración a la hora de hacer comparaciones con otros estudios.

Además el IMC, indicador para clasificar las categorías ponderales, puede dar lugar a clasificaciones erróneas de algunos niños, en especial los situados en niveles bajos de «sin exceso de peso» o en zonas de IMC próximas a los valores de corte de las categorías ponderales⁴⁰.

CONCLUSIONES

Las prevalencias de sobrepeso y obesidad aumentaron de manera importante entre los 4 y los 6 años de edad, y la frecuencia de niños obesos según los criterios de la OMS y la IOTF se duplicó. Aunque el cambio absoluto es moderado, pues se parte de cifras relativamente bajas de prevalencia de exceso ponderal a los 4 años, este incremento se produce principalmente por la continuidad en

el mantenimiento de la obesidad y el progreso del sobrepeso hacia obesidad.

Aun considerándose que el «rebote adiposo» es una situación transitoria que puede condicionar las variaciones del sobrepeso y obesidad, este mayor riesgo de convertirse en obesos entre los niños con sobrepeso, así como el incremento del IMC de los niños obesos, indica la conveniencia de desarrollar estrategias de salud pública dirigidas a la población preescolar, de intervención de alto riesgo y prevención primaria. Será interesante comprobar, a partir del seguimiento de los 9 años del estudio ELOIN, el efecto y la importancia del «rebote adiposo» en la evolución del estado ponderal.

¿QUÉ SE SABE DEL TEMA?

- El sobrepeso y la obesidad infantil son muy prevalentes y se inician a edades tempranas de la vida. Su relevancia radica en su persistencia durante la infancia, la adolescencia y la vida adulta, pues se asocia con importantes problemas de salud. Aunque su control es uno de los retos más importantes de salud pública, las intervenciones precoces preventivas y de tratamiento muestran poco resultado.

¿QUÉ APORTA DE NUEVO?

- Este estudio aporta datos longitudinales de la evolución del estado ponderal de una muestra poblacional representativa de niños seguidos de los 4 a los 6 años de edad. Las prevalencias de sobrepeso y, en especial, de obesidad aumentaron de manera importante, su persistencia fue alta y sus variaciones en el tiempo de seguimiento las caracterizan como un fenómeno de salud en la infancia que hay que vigilar y controlar. Los datos obtenidos apuntan a la necesidad de desarrollar estrategias de intervención en población preescolar.

AGRADECIMIENTOS

A las familias participantes, a la Red de Médicos Centinela y a las empresas Demométrica y Sondaxe que realizaron las entrevistas familiares.

FINANCIACIÓN

El estudio se financió parcialmente por una ayuda a la investigación de la Comunidad de Madrid (N.º RS-AP10-13).

CONFLICTO DE INTERESES

No se declara ninguno.

BIBLIOGRAFÍA

- Ng M, Fleming T, Robinson M, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014;384:766-781.
- Branca F, Nikogosian H, Lobstein T, eds. In: *The Challenge of Obesity in the WHO European Region and Strategies for Response*. Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office for Europe; 2007. Disponible en: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/98243/E89858.pdf. Consultado 20 Dic 2017.
- Ahrens W, Pigeot I, Pohlmann H, et al. Prevalence of overweight and obesity in European children below the age of 10. *Int J Obes (Lond)*. 2014;38 Suppl 2:S99-S107.
- Ogden CL, Carroll MD, Lawman HG, et al. Trends in obesity prevalence among children and adolescents in the United States, 1988-1994 through 2013-2014. *JAMA*. 2016;315:2292-2299.
- Miqueleiz E, Lostao L, Regidor E. Stabilisation of the trend in prevalence of childhood overweight and obesity in Spain: 2001-11. *Eur J Public Health*. 2016;26:960-963.
- Pérez-Farínos N, López-Sobaler AM, Dal Re MÁ, et al. The ALADINO study: a national study of prevalence of overweight and obesity in Spanish children in 2011. *Bio Med Res Int*. 2013;2013:163687.
- Estudio ALADINO 2015: Estudio de vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2015. Madrid: Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2016. Disponible en: http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/observatorio/Estudio_ALADINO_2015.pdf. Consultado 20 Dic 2017.
- Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. Risk factors and adult body mass index among overweight children: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics*. 2009;123:750-757.
- Vucenik I, Stains JP. Obesity and cancer risk: evidence, mechanisms, and recommendations. *Ann N Y Acad Sci*. 2012;1271:37-43.
- Han JC, Lawlor DA, Kimm SS. Childhood Obesity. *Lancet*. 2010;375:1737-1748.
- Reilly JJ, Kelly J. Long-term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: systematic review. *Int J Obes*. 2011;35:891-898.
- Simmonds M, Llewellyn A, Owen CG, Woolacott N. Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2016;17:95-107.
- Llewellyn A, Simmonds M, Owen CG, Woolacott N. Childhood obesity as a predictor of morbidity in adulthood: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2016;17:56-67.
- Deshmukh-Taskar P, Nicklas TA, Morales M, Yang SJ, Zakeri I, Berenson GS. Tracking of overweight status from childhood to young adulthood: the Bogalusa Heart Study. *Eur J Clin Nutr*. 2006;60:48-57.
- Fuiano N, Rapa A, Monzani A, et al. Prevalence and risk factors for overweight and obesity in a population of Italian schoolchildren: a longitudinal study. *J Endocrinol Invest*. 2008;31:979-984.
- Ahrens W, Bammann K, Siani A, et al. The IDEFICS cohort: design, characteristics and participation in the baseline survey. *Int J Obes (Lond)*. 2011;35 Suppl 1:S3-S15.
- Wheaton N, Millar L, Allender S, Nichols M. The stability of weight status through the early to middle childhood years in Australia: a longitudinal study. *BMJ Open*. 2015;5:e006963.
- Fuentes RM, Notkola IL, Shemeikka S, Tuomilehto J, Nissinen A. Tracking of body mass index during childhood: a 15-year prospective population-based family study in eastern Finland. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2003;27:716-721.
- Martínez Vizcaíno F, Salcedo Aguilar F, Rodríguez Artalejo F, Martínez Vizcaíno V, Domínguez Contreras ML, Torrijos Regidor R. Obesity prevalence and tracking of body mass index after a 6 years follow up study in children and adolescents: the Cuenca Study, Spain. *Med Clin (Barc)*. 2002;119:327-330.
- Martínez-Alfonso J, Pozuelo-Carrascosa D, Solera-Martínez M, et al. Estudio de seguimiento de la prevalencia de delgadez y sobrepeso de una cohorte de escolares de 4 a 6 años de Castilla-La Mancha. *Nutr Hosp*. 2016;33:1299-1304.
- Ortiz-Marrón H, Cuadrado-Gamarra JI, Esteban-Vasallo M, Cortés-Rico O, Sánchez-Díaz J, Galán-Labaca I. The Longitudinal Childhood Obesity Study (ELOIN): Design, Participation and Characteristics of the Baseline Sample. *Rev Esp Cardiol*. 2016;69:521-523.
- Pérez-Farínos N, Galán I, Ordoñez M, Zorrilla B, Cantero JL, Ramírez R. A sampling design for a sentinel general practitioner network. *Gac Sanit*. 2009;23:186-191.
- Rodríguez G, Pietrobello A, Wang Y, Moreno LA. Methodological aspects for childhood and adolescence obesity epidemiology. In: Moreno LA, Pigeot I, Ahrens, eds. In: *Epidemiology of Obesity in Children and Adolescents-Prevalence and Etiology*. New York: Springer; 2011. p. 21-40.
- WHO Multicentre Growth Reference Study Group. *WHO Child Growth Standards: Methods and development. Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age*. Geneva: World Health Organization; 2006. Disponible en: http://www.who.int/childgrowth/standards/technical_report/en/. Consultado 20 Dic 2017.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000;320:1240-1243.
- Cole TJ, Lobstein T. Extended international (IOTF) body mass index cut-offs for thinness, overweight and obesity. *Pediatr Obes*. 2012;7:284-294.
- Sobradillo B, Aguirre A, Uresti U, et al. *Curvas y tablas de crecimiento (Estudios longitudinal y transversal)*. Bilbao: Fundación Orbeago; 2011. Disponible en: http://www.nutricion.org/publicaciones/pdf/antropometria/f_orbeago_04.pdf. Consultado 20 Dic 2017.
- Hardin JW, Hilbe JM. *Generalized Estimating Equations*. 2.ª ed. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC; 2012. p. 261.
- Silverman BW. *Density estimation for statistics and data analysis*. London: Chapman & Hall; 1986. p. 22.
- Serra Majem L, Ribas Barba L, Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C, Saavedra Santana P, Peña Quintana L. Childhood and adolescent obesity in Spain. Results of the enKid study (1998-2000). *Med Clin (Barc)*. 2003;121:725-732.

31. Martínez-Vizcaíno V, Solera-Martínez M, Cervero-Redondo I, García-Prieto JC, Arias-Palencia N, Notario-Pacheco B. Association between parental socioeconomic status with underweight and obesity in children from two Spanish birth cohorts: a changing relationship. *BMC Public Health*. 2015;15:1276.
32. Cattaneo A, Monasta L, Stamatakis E, et al. Overweight and obesity in infants and pre-school children in the European Union: a review of existing data. *Obes Rev*. 2010;11:389–398.
33. De Ruiter I, Olmedo-Requena R, Sánchez-Cruz JJ, Jiménez-Moleón JJ. Trends in Child Obesity and Underweight in Spain by Birth Year and Age, 1983 to 2011. *Rev Esp Cardiol*. 2017;70:646–655.
34. Espín Ríos MI, Pérez Flores D, Sánchez Ruíz JF, Salmerón Martínez D. Prevalence of childhood obesity in the Murcia Region; an assessment of different references for body mass index. *An Pediatr (Barc)*. 2013;78:374–381.
35. González García A, Álvarez Bueno C, Lucas de la Cruz L, et al. Prevalence of thinness, overweight and obesity among 4-to-6-year-old spanish schoolchildren in 2013; situation in the european context. *Nutr Hosp*. 2015;32:1476–1482.
36. Valdés Pizarro J, Royo-Bordonada MA. Prevalence of childhood obesity in Spain: National Health Survey 2006-2007. *Nutr Hosp*. 2012;27:154–160.
37. Evensen E, Wilsgaard T, Furberg AS, Skeie G. Tracking of overweight and obesity from early childhood to adolescence in a population-based cohort—the Tromsø Study, Fit Futures. *BMC Pediatr*. 2016;16:64.
38. Nakano T, Sei M, Ewis AA, Munakata H, Onishi C, Nakahori Y. Tracking overweight and obesity in Japanese children; a six years longitudinal study. *J Med Investig*. 2010;57:114–213.
39. Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Bellisle F, Sempé M, Guilloud-Bataille M, Patois E. Adiposity rebound in children: a simple indicator for predicting obesity. *Am J Clin Nutr*. 1984;39:129–135.
40. Freedman DS, Sherry B. The validity of BMI as an indicator of body fatness and risk among children. *Pediatrics*. 2009;124 Suppl 1:S23–S34.

Artículo 2

View Letter

Close

Date: 29 Apr 2019
To: "Iñaki Galán" igalan@isciii.es
cc: j.r.boehnke@dundee.ac.uk, oort.qolr@uva.nl
From: "Quality of Life Research (QURE)" vinothini.panneerselvam@springernature.com
Subject: Your Submission QURE-D-18-01054R2

Dear Dr. Galán,

We are pleased to inform you that your manuscript, "Parental perception of child health status and quality of life associated with overweight and obesity in early childhood", has been accepted for publication in Quality of Life Research.

You will receive an e-mail from Springer in due course with regards to the following items:

1. Offprints
2. Colour figures
3. Open choice
4. Transfer of Copyright

Please remember to quote the manuscript number, QURE-D-18-01054R2, whenever inquiring about your manuscript.

Best regards,

Edward H. Ip, Ph. D.
Associate Editor

Recipients of this email are registered users within the Editorial Manager database for this journal. We will keep your information on file to use in the process of submitting, evaluating and publishing a manuscript. For more information on how we use your personal details please see our privacy policy at <https://www.springernature.com/production-privacy-policy>. If you no longer wish to receive messages from this journal or you have questions regarding database management, please contact the Publication Office at the link below.

In compliance with data protection regulations, you may request that we remove your personal registration details at any time. (Use the following URL: <https://www.editorialmanager.com/qure/login.asp?a=r>) Please contact the publication office if you have any questions.

Quality of Life Research

Parental perception of child health status and quality of life associated with overweight and obesity in early childhood --Manuscript Draft--

Manuscript Number:	QURE-D-18-01054R2	
Full Title:	Parental perception of child health status and quality of life associated with overweight and obesity in early childhood	
Article Type:	Original Research	
Keywords:	Childhood, Body Mass Index, Abdominal obesity, Quality of Life	
Corresponding Author:	Iñaki Galán, Ph.D. Instituto de Salud Carlos III, Madrid Madrid, Madrid SPAIN	
Corresponding Author Secondary Information:		
Corresponding Author's Institution:	Instituto de Salud Carlos III, Madrid	
Corresponding Author's Secondary Institution:		
First Author:	Maira Alejandra Ortiz-Pinto, M.D.	
First Author Secondary Information:		
Order of Authors:	Maira Alejandra Ortiz-Pinto, M.D.	
	Honorato Ortiz-Marrón, M.D.	
	Ana Rodríguez-Rodríguez, M.D	
	Laura Casado-Sánchez, M.D	
	José I. Cuadrado-Gamarra, M.D	
	Iñaki Galán, Ph.D.	
Order of Authors Secondary Information:		
Funding Information:	None (None)	Not applicable
Abstract:	<p>ABSTRACT</p> <p>Purpose: The aim was to assess perceived health status and health-related quality of life (HRQL) according to persistence of and variation in weight status among children from the age of 4 to 6 years.</p> <p>Methods: Longitudinal study of 1883 participants in the ELOIN cohort (Madrid Region, Spain), with physical examination at ages 4 and 6 years. Perceived health status and HRQL were assessed using parent-reported Kidscreen-10 scores, with excess weight being defined on the basis of body mass index (BMI) using the WHO reference tables ($z\text{-BMI} > 1$ standard deviation), and abdominal obesity being defined on the basis of waist circumference (percentile ≥ 90) using the tables proposed by Fernández et al. Variation in these two parameters at age 6 years was associated with incident cases of suboptimal health by logistic regression, and with HRQL by linear regression.</p> <p>Results: Compared to children without excess weight or abdominal obesity in both periods, incident cases of excess weight or abdominal obesity had odds ratios (ORs) of suboptimal health of 2.41 (95% CI: 1.21 to 4.80) and 2.99 (95% CI: 1.31 to 6.84) respectively. In terms of HRQL, children with remission of excess weight had a higher Kidscreen-10 score: β coefficient=2.02 (95% CI: 0.36 to 3.68), whereas new cases of abdominal obesity had a lower Kidscreen-10 score: β=-2.22 (95% CI: -4.40 to -0.03).</p> <p>Conclusions: Incident cases of excess weight and abdominal obesity had a higher risk of suboptimal health. Incident cases of abdominal obesity were also associated with worse HRQL.</p>	

Parental perception of child health status and quality of life associated with overweight and obesity in early childhood

Authors: Maira Alejandra Ortiz-Pinto^{a,b,c}, MD, Honorato Ortiz-Marrón,^d MD, Ana Rodríguez-Rodríguez,^e MD, Laura Casado-Sánchez,^f MD, José I. Cuadrado-Gamarra,^d MD, Iñaki Galán ^{a,b} MD, PhD

Affiliations:

^a National Centre for Epidemiology, Instituto de Salud Carlos III, Madrid (Spain)

^b Department of Preventive Medicine and Public Health, Universidad Autónoma de Madrid/*IdiPaz*, Madrid (Spain)

^c Department of Public Health, Universidad del Norte, Barranquilla (Colombia)

^d Department of Epidemiology, Dirección General de Salud Pública, Madrid (Spain)

^e Guadarrama Health Care Centre, Consejería de Sanidad, Madrid (Spain)

^f San Blas Health Care Centre, Consejería de Sanidad, Madrid (Spain)

Corresponding author:

Iñaki Galán, MD, PhD

National Centre for Epidemiology, Instituto de Salud Carlos III

c/ Monforte de Lemos 5, 28029 Madrid (Spain)

Tel.: +34 918222679

E-mail: igalan@isciii.es

ABSTRACT

Purpose: The aim was to assess perceived health status and health-related quality of life (HRQL) according to persistence of and variation in weight status among children from the age of 4 to 6 years.

Methods: Longitudinal study of 1883 participants in the ELOIN cohort (Madrid Region, Spain), with physical examination at ages 4 and 6 years. Perceived health status and HRQL were assessed using parent-reported Kidscreen-10 scores, with excess weight being defined on the basis of body mass index (BMI) using the WHO reference tables ($z\text{-BMI} > 1$ standard deviation), and abdominal obesity being defined on the basis of waist circumference (percentile ≥ 90) using the tables proposed by Fernández et al. Variation in these two parameters at age 6 years was associated with incident cases of suboptimal health by logistic regression, and with HRQL by linear regression.

Results: Compared to children without excess weight or abdominal obesity in both periods, incident cases of excess weight or abdominal obesity had odds ratios (ORs) of suboptimal health of 2.41 (95% CI: 1.21 to 4.80) and 2.99 (95% CI: 1.31 to 6.84) respectively. In terms of HRQL, children with remission of excess weight had a higher Kidscreen-10 score: β coefficient=2.02 (95% CI: 0.36 to 3.68), whereas new cases of abdominal obesity had a lower Kidscreen-10 score: β =-2.22 (95% CI: -4.40 to -0.03).

Conclusions: Incident cases of excess weight and abdominal obesity had a higher risk of suboptimal health. Incident cases of abdominal obesity were also associated with worse HRQL.

Keywords: Childhood, Body Mass Index, Abdominal obesity, Quality of Life

INTRODUCTION

Overweight and obesity is a priority public health problem which generates an enormous disease burden worldwide, and which caused over 3.4 million related deaths, and accounted for 3.9% of years of life lost and 3.8% of disability adjusted life years in 2010[1].

Europe had an estimated prevalence of overweight and obesity of close on 20% among children aged 2-9 years across the period 2007-2010, with figures being highest in countries around the Mediterranean Basin[2]. Fortunately, recent international studies show that in recent years prevalence of childhood overweight and obesity may have been stabilised in developed countries[3]. In Spain, the nationwide ALADINO study, undertaken in 2011 on the population aged 6-9 years, reported a high prevalence of overweight (26.2%) and obesity (18.3%)[4]. When repeated in 2015, this study estimated that there was a slightly lower prevalence of overweight and a similar prevalence of obesity[5].

Childhood obesity can cause adverse effects in almost all bodily systems, with cardiometabolic complications and psychosocial problems being foremost[6]. A number of revisions, focusing mainly on cross-sectional studies, have examined the relationship between childhood overweight/obesity and health-related quality of life (HRQL) and shown that, as excess weight and adiposity increase, HRQL deteriorates[7-10]. However, the relationship between obesity and HRQL is a complex one and can be two-way, thus making it advisable to obtain more evidence with the aid of longitudinal studies. Very few prospective studies have evaluated this relationship and their results are not entirely consistent, with some observing an association[11-13] and others reporting no effects[14,15].

While perceived health is an overall health-status indicator that covers all HRQL domains, it nevertheless seems to best represent the physical health component[16]. To our knowledge, only two longitudinal studies have assessed the effect of overweight and obesity on this indicator in the child and adolescent population, with both studies observing an increased risk[17,18]. However, none of these studies evaluated the effect of persistence of and variation in excess weight on the health status of the child population at early ages.

Accordingly, the aim of this study was to analyse the association between persistence of and variation in overweight and obesity (general and abdominal), determined using standardised, objective measurement

procedures, among 4-year-olds after 2 years of follow-up, and their HRQL and health status as perceived by their parents.

MATERIAL AND METHODS

Study population

The Longitudinal Childhood Obesity Study (*Estudio Longitudinal de Obesidad Infantil/ELOIN*) is a population-based cohort study in the Madrid Autonomous Region (6.5 million inhabitants), aimed at estimating changes in weight status between the ages of 4 and 14 years, describing the main risk factors associated with overweight and obesity, and assessing their impact on health status. The methodology and characteristics of the study sample have been published elsewhere[19]. This study covered 1883 children who were examined and interviewed at ages 4 (baseline measurement) and 6 years. Data were collected in two consecutive stages, namely, a standardised physical examination conducted at the health centre by participating paediatricians belonging to the Sentinel Primary-care Physician Network, followed by administration of a structured questionnaire during a computer-assisted interview with the child's parents.

Anthropometric measures

The physical examination included anthropometric measurements (weight, height and waist circumference) determined in a standardised manner by 32 paediatricians. Each measurement was taken twice and the mean then used for analysis purposes. A third measurement of waist circumference was taken in any case where the difference between the 1st and 2nd measurements was greater than 5 cm.

Measurements were taken as follows: weight, using a balance fitted with a digital scale (SECA® model 220, precision 0.1 kg); height, using a telescopic measuring rod (SECA® model 220, precision 1 mm); and waist circumference, using a standardised, flexible, unstretchable tape measure placed just above the iliac crests, with the tape held horizontally without compressing the tissues.

Body mass index (BMI) was calculated on the basis of weight and height (kg/m^2), with the z-score (z-BMI) being subsequently calculated using the WHO reference tables according to sex and age[20]. Subjects were classified as overweight if their z-BMI score was $>+1$ SD (standard deviation) and $\leq +2$ SD, and as obese if their z-BMI score was $>+2$ SD. Mean waist circumference was standardised using the reference tables proposed by Fernández et al.[21], interpolated monthly for age, sex and ethnic group. The

percentile ≥ 90 was used as the cut-off point for defining abdominal obesity as per International Diabetes Federation guidelines[22].

Owing to the small number of obese 4-year-olds (5%), individuals with overweight and obesity were pooled on the basis of their z-BMI scores to define an “excess weight” variable which grouped children with overweight and obesity. Persistence of and variation in excess weight was analysed on the basis of the following four groups, categorised according to their classification at baseline and follow-up: (a) Persistent absence of excess weight: subjects who maintained their weight status without excess weight; (b) Persistent presence of excess weight: subjects who maintained their excess weight status; (c) Incident: new cases with excess weight; and, (d) Remission: subjects who changed to a weight status without excess weight. The same groups were used to assess changes in abdominal obesity across follow-up. These anthropometric measures constitute the main independent variables of the study.

Perceived health status and health-related quality of life (HRQL)

Health status as perceived by parents was assessed at 4 and 6 years old via the question, “In the last 12 months, in general, would you say that your son’s/daughter’s health status has been *very good, good, fair, poor* or *very poor*?” These response categories were subsequently collapsed into “*very good-good*” to denote optimal health, and “*fair-poor-very poor*” to denote suboptimal health.

HRQL was assessed using the Kidscreen-10 questionnaire completed by parents when their children were 6 years of age. The Kidscreen-10 consists of 10 questions on vitality, energy, wellbeing, and ability to pay attention and have fun with friends, answered on a 5-point Likert scale. The questions fulfil the assumption of the Rasch models. For a simpler interpretation, Rasch scale scores are converted into T-values with a mean of 50 and a standard deviation of 10: higher scores indicate better HRQL[23,24].

Health status perceived by parents, and HRQL using the Kidscreen-10 questionnaire comprise the dependent variables of the study.

Covariates

The socio-demographic variables included in the study were: sex; age in months; **mother’s educational level: primary education (between 6 and 12 years old) or lower, secondary education (between 12 and 18 years old, including baccalaureate and vocational training), university diploma (3 academic years),**

university degree (more than 3 academic years); and family purchasing power scored on the Family Affluence Scale (FAS II) and classified as low (0–5 points), medium (6–7 points) or high (8–9 points)[25]. Other variables analysed were: time (months) of breastfeeding; physical exercise (hours per week of curricular and extracurricular physical activity) grouped into tertiles (cutoffs: 0-2 hours; >2-3 hours, >3 hours); and screen-related sedentary activities (hours per week devoted to watching television or playing with the computer or console) grouped into tertiles (cutoffs: 0-6 hours; >6-9 hours; >9 hours).

Statistical analysis

Four models were constructed. The outcome perceived health status (optimal/suboptimal health) at age 6 years, was analysed in two separate logistic regression models, one incorporating variation in excess weight as the main independent variable, and the other incorporating variation in abdominal obesity, and odds ratios (OR), 95% confidence intervals, and p values were calculated. Because of the interest in incident cases of suboptimal health, children with suboptimal health at 4 years of age were excluded. The outcome, HRQL (Kidscreen-10 score), was analysed in two separate linear regression models (one for variation in excess weight and one for abdominal obesity), and β coefficients, 95% confidence intervals, and p values were calculated.

All models were adjusted for the above set of covariates. However, the linear regression models (HRQL analysis) also included health status as reported by parents at age 4 years.

We evaluated the interactions between indicators of persistence of and variation in excess weight according to weight status-BMI and abdominal obesity, and sex and FAS-rated socio-economic status. No statistically significant interactions were observed (data not shown). Of the initial sample of 1883 children, we excluded 12 in the respective analyses, due to the absence of response to Kidscreen-10 questions, and 18 who had no waist circumference values. Taking the missing covariate values into account, the final sample sizes in the models of association between children's parent-perceived health status and their excess weight and abdominal obesity were 1723 and 1707 respectively; and in the case of the association between HRQL and changes in the two weight-status indicators, the sample sizes were 1869 and 1851 respectively.

All analyses were performed with the Stata v.14 computer software programme taking into account the characteristics of the cluster sampling, using the Survey Data module.

Ethical implications: The study protocol was approved by the Ethics Committee of Madrid's Ramón y Cajal Hospital, and informed consent in writing was given by the parents of all child participants.

RESULTS

Table 1 shows the characteristics of the study sample according to parent-perceived health status. It will be seen that children with suboptimal health status at ages 4 and 6 years had a lower educational level, lower family purchasing power, engaged in less physical activity, and registered more new cases of abdominal obesity and excess weight. Children with suboptimal health, as compared to those with optimal health status at 6 years, had a lower percentage of persistent absence of excess weight and abdominal obesity, and a higher proportion of incident cases of excess weight and abdominal obesity.

As regards HRQL, Table 2 shows that lower Kidscreen-10 scores were observed in children aged 6 years with less family purchasing power and suboptimal health, and in incident cases of abdominal obesity.

Table 3 shows the association between variation in weight status from 4 to 6 years of age and parent-perceived health status, with adjustment for the main potential confounders. As compared to children without excess weight in the two measurements, incident cases had an OR of suboptimal health of 2.41 (95% CI: 1.21 to 4.80). Similarly, as compared to children who showed no abdominal obesity in the two measurements, new cases of abdominal obesity registered an OR of 2.99 (95% CI: 1.31 to 6.84). Children who showed persistence of excess weight and those who showed remission registered ORs of over 1, though without these reaching statistical significance.

The association with HRQL can be seen in Table 4. Remission of excess weight between the ages of 4 and 6 years was associated with an increase in Kidscreen-10 scores, as compared to children who maintained an absence of excess weight in the two measurements ($\beta=2.02$; 95% CI: 0.36 to 3.68). Insofar as abdominal obesity was concerned, scores were observed to fall in new cases of abdominal obesity ($\beta=-2.22$; 95% CI -4.40 to -0.03), i.e., they displayed a worse HRQL.

DISCUSSION

Incident cases of excess weight and abdominal obesity were associated with a higher risk of suboptimal health status vis-à-vis those subjects who persistently showed no general or abdominal excess weight across

the two years of follow-up. Similarly, new cases of abdominal obesity had a worse HRQL, while remission of excess weight was associated with a better HRQL, though the magnitude of the score change was small.

Very few studies have used longitudinal designs to assess the impact of overweight and obesity on the health status and quality of life of the child population. Furthermore, important variations in the age range of the study populations and other methodological differences render comparisons difficult. As in the case of adult populations, the indicator of perceived health has come to be regarded as a good predictor of morbidity and mortality in child and adolescent populations, in that it is a relatively stable construct which is consistently related with general wellbeing, healthcare demand and unhealthy lifestyles[26]. Although it covers all HRQL domains, it seems to best represent the physical health component[16]. To our knowledge, two longitudinal studies have examined this association[17,18], with both reporting an increased risk of suboptimal health among individuals with highest self-reported BMI. In addition to these studies' use of a different BMI measurement, comparisons are rendered extremely difficult by the fact that the age ranges covered, 10-17[17] and 12-19 years[18], also differ considerably from that of our study population.

In the case of HRQL, a higher number of studies have examined this association. Even so, their results are inconsistent, and this, coupled with notable methodological differences, likewise renders comparison of results difficult. Three studies have reported positive associations, i.e., children with a higher BMI had a higher probability of having a worse HRQL. Sawyer et al., in a cohort of Australian children aged 4-5 years, with a 4-year follow-up and the Pediatric Quality of Life Inventory (PedsQL) as the HRQL instrument, found an association with the global scale score and psychosocial functioning dimension[13]. Hunsberger et al., in the Identification and Prevention of Dietary- and Lifestyle-induced Health Effects in Children and Infants (IDEFICS) study, in which eight European countries, including Spain, participated, recruited children aged 2-10 years and, after 2 years of follow-up, observed that those who had an overweight and obesity problem at baseline had a higher risk of worse HRQL, as rated by the KINDL instrument[11]. Jansen et al., in a longitudinal study on Australian children aged 4-5 years, with a 6-year follow-up, observed a positive association between the number of times that children displayed overweight and obesity in successive measurements and the higher probability of having a worse PedsQL-assessed HRQL[12]. In contrast, two studies observed no effect: those conducted by Williams et al., in Australia with children aged 8-13 years and a 5-year follow-up[14], and by Parkinson et al., with children aged 7

years and a 2-year follow-up[15]. Both studies confirmed cross-sectional associations, though not in the longitudinal analysis.

Rather than classify exposure by baseline values, our study chose to analyse variation in weight status because important changes are observed across the two years of follow-up which could be dynamically related with health status. Although children with persistent excess weight and abdominal obesity may have had worse perceived health and worse HRQL than those who did not register excess weight or abdominal obesity in the two measurements, these difference were not statistically significant. This result could be interpreted as a tolerance mechanism, especially since these are very small children in whom the adverse effects of body image are still not quite as ingrained as they are at later ages. It is noteworthy that in the incident cases with excess weight, an increase in risk of poor perceived health is consistently observed with the two indicators (BMI and abdominal obesity). However, the association with HRQL is only observed with new cases of abdominal obesity, whereas remission was related with higher Kidscreen-10 scores in the case of excess weight. This different relationship observed with the two indicators which assess general and abdominal adiposity calls for more in-depth study. Abdominal fat, especially accumulation of visceral fat, is associated in greater measure than is BMI with obesity-related complications, and cardiometabolic alterations in particular, in the child population[27].

Despite notable methodological differences in terms of measurement of weight status, quality of life, and the intervention, the systematic reviews by Tsiros et al.,[7] and Griffiths et al.,[9] found that children who reduced their BMI had a better quality of life, not only in the global scores but also in the physical and psychosocial health components. If this improvement in HRQL among children who recover normal weight status is confirmed, these results could have important public health implications.

Study strengths and limitations

Very few studies with longitudinal designs have assessed the impact of overweight and obesity on the health status of the pre-school population. At these ages, excess weight is already very prevalent[28], and the likelihood that it will be maintained throughout childhood and adolescence is higher among children who start having this problem early on[29-31]. Indeed this is precisely why it is necessary to assess the impact on health status at early ages to design interventions for the prevention and control of this chronic disease.

It should be stressed that the sample was population-based and representative of children aged 4 years in the Madrid Region, and that the anthropometric measures were taken in an objective, standardised manner. The point should also be made that, to the best of our knowledge, our study is the first to carry out a longitudinal assessment of the effect of persistence of and variation in excess weight on the health status of the child population at early ages.

For a correct interpretation of the results, some limitations of this study should be mentioned. On the one hand, a moderate selection bias was observed, which would affect any population inference of the estimates, inasmuch as children whose parents had a low educational level and were born outside Spain had a lower response rate at baseline. On the other hand, the short follow-up period may be somewhat limited for the purposes of assessing longitudinal associations with health status. Furthermore, the absence of Kidscreen-10 data at age 4 years meant that HRQL estimates at age 6 could not be adjusted for baseline scores, though this was indirectly controlled for by means of perceived health status. The quality of life questionnaire was completed by parents, and despite the fact that some studies suggest that parent-reported HRQL tends to under- or overestimate children's HRQL[8], other studies nonetheless report a high concordance between children's and parents' scores[7,14]. Although health status perceived by parents was assessed using a single item, this indicator has come to be regarded as a good predictor of morbidity and mortality in child and adolescent populations [26]. However, the relatively small number of children with suboptimal health status affected the statistical power of the estimates.

In conclusion, changes in weight status are associated with changes in health status and quality of life. Incident cases of excess weight evaluated by means of BMI, as well as cases of abdominal obesity, were associated with a higher risk of suboptimal health status. Likewise, new cases of abdominal obesity had a lower HRQL, whereas remission of excess weight (BMI) was associated with a better HRQL. As a matter of priority, interventions designed to prevent and control excess weight must be implemented at an early age, in order to improve the health status of the child population.

Acknowledgements

We should like to thank all the following participants: the families; the paediatricians belonging to the Madrid Regional Sentinel Primary-care Physician Network; and the staff of Demométrica SL and Sondaxe SL who conducted the family interviews.

Conflict of Interest: None to declare.

References

1. Ng, M., Fleming T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N., Margono, C., et al. (2014). Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*, 384(9945):766-781.
2. Ahrens, W., Pigeot, I., Pohlabein, H., De Henauw, S., Lissner, L., Molnár, D., et al. (2014). Prevalence of overweight and obesity in European children below the age of 10. *International journal of obesity*, 38(2):S99-107.
3. Abarca-Gómez, L., Abdeen, Z. A., Hamid, Z. A., Abu-Rmeileh, N. M., Acosta-Cazares, B., Acuin, C., et al. (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *The Lancet*, 390(10113):2627-2642.
4. Pérez-Farinós, N., López-Sobaler, A. M., Dal Re, M. A., Villar, C., Labrado, E., Robledo, T., et al. (2013). The ALADINO study: A national study of prevalence of overweight and obesity in Spanish children in 2011. *BioMed research international*. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/163687>
5. Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (AECOSAN). Ministerio de Sanidad Servicios, Sociales e Igualdad. Estudio ALADINO 2015: Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España. (2015). Madrid
http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/observatorio/Estudio_ALADINO_2015.pdf.
6. Han, J.C., Lawlor, D. A., & Kimm, S.Y. (2010). Childhood obesity. *The Lancet*. <https://10.1016/S0140-6736>.
7. Tsiros, M., Olds, T., Buckley, J., Grimshaw, P., Brennan, L., Walkley, J., et al. (2009). Health-related quality of life in obese children and adolescents. *International journal of obesity*, , 33(4), 387.
8. Buttitta, M., Iliescu, C., Rousseau, A., & Guerrien, A. (2014). Quality of life in overweight and obese children and adolescents: a literature review. *Quality of life research*, 23(4), 1117-1139.
9. Griffiths, L. J., & Parsons, T. H. (2010). Self-esteem and quality of life in obese children and

- adolescents: a systematic review. *International Journal of Pediatric Obesity*, 5(4), 282-304.
10. Ul-Haq, Z., Mackay, D. F., Fenwick, E., & Pell, J. P. (2013). Meta-analysis of the association between body mass index and health-related quality of life among children and adolescents, assessed using the pediatric quality of life inventory index. *The Journal of pediatrics*. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2012.07.049>.
 11. Hunsberger, M., Lehtinen-Jacks, S., Mehlig, K., Gwozdz, W., Russo, P., Michels, N., et al. (2016). Bidirectional associations between psychosocial well-being and body mass index in European children: longitudinal findings from the IDEFICS study. *BMC Public Health*, 16(1):949.
 12. Jansen, P. W., Mensah, F. K., Clifford, S., Nicholson, J. M., & Wake, M. (2013). Bidirectional associations between overweight and health-related quality of life from 4–11 years: Longitudinal Study of Australian Children. *International Journal of Obesity*. <https://10.1038/ijo.2013.71>.
 13. Sawyer, M. G., Harchak, T., & Wake, M., Lynch J. (2011). Four-year prospective study of BMI and mental health problems in young children. *Pediatrics*. <https://10.1542/peds.20103132>.
 14. Williams, J. W., Canterford, L., Hesketh, K. D., Hardy, P., Waters, E. B., Patton, G. C., et al. (2011). Changes in body mass index and health related quality of life from childhood to adolescence. *International journal of pediatric obesity*. <https://10.3109/17477166.2010.526226>.
 15. Parkinson, K. N., Adamson, A. J., Basterfield, L., Reilly, J. K., Le Couteur, A., Reilly, J. J. (2015). Influence of adiposity on health-related quality of life in the Gateshead Millennium Study Cohort: longitudinal study at 12 years. *Archives of disease in childhood*. <http://dx.doi.org/10.1136/archdischild-2014-307498>.
 16. Smith, K. W., Avis, N. E., & Assmann, S. F. (1999). Distinguishing between quality of life and health status in quality of life research: a meta-analysis. *Quality of life research*, 8(5):447-459.
 17. Turer, C. B., Lin, H., & Flores, G. (2013). Health status, emotional/behavioral problems, health care use, and expenditures in overweight/obese US children/adolescents. *Academic pediatrics*. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2013.02.005>.
 18. Vingilis, E. R., Wade, T. J., & Seeley, J. S., (2002). Predictors of adolescent self-rated health. Analysis of the National Population Health Survey. *Canadian Journal of Public Health/Revue Canadienne de Sante'e Publique*, 193-197.
 19. Ortiz-Marrón, H., Cuadrado-Gamarra, J. I., Esteban-Vasallo, M., Cortés-Rico, O., Sánchez-Díaz, J., Sánchez-Díaz, J., et al. (2016). Estudio Longitudinal de Obesidad Infantil (ELOIN): diseño,

- participación y características de la muestra. *Revista Española de Cardiología*, 69(5):521-523.
20. de Onis, M., Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C., Siekmann, J., et al. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World health Organization*, 85(9): 660-667.
 21. Fernández, J. R., Redden, D. T., Pietrobelli, A., & Allison, D. B. (2004). Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *The Journal of pediatrics*, 145(4):439-444.
 22. Zimmet, P., Alberti, G., Kaufman, F., Tajima, N., Silink, M., Arslanian, S., et al. (2007). The IDF consensus definition of the metabolic syndrome in children and adolescents. *The Lancet*, 8(5):299-306.
 23. Ravens-Sieberer, U., Erhart, M., Rajmil, L., Herdman, M., Auquier, P., Bruil, J., et al. (2010). Reliability, construct and criterion validity of the KIDSCREEN-10 score: a short measure for children and adolescents' well-being and health-related quality of life. *Quality of Life Research*. <https://doi.org/10.1007/s11136-010-9706-5>.
 24. Erhart, M., Ottova, V., Gaspar, T., Jericek, H., Schnohr, C., Alikasifoglu, M., et al. (2009). Measuring mental health and well-being of school-children in 15 European countries using the KIDSCREEN-10 Index. *International journal of public health*, 54(2):160-166.
 25. Boyce, W., Torsheim, T., Currie, C., & Zambon, A. (2006). The family affluence scale as a measure of national wealth: Validation of an adolescent self-report measure. *Social indicators research*, 78(3):473-487.
 26. Breidablik, H. J., Meland, E., & Lydersen, S. (2008). Self-rated health in adolescence: a multifactorial composite. *Scandinavian Journal of Public Health*, 36(1):12-20.
 27. Dobashi, K. (2016). Evaluation of Obesity in School-Age Children. *Journal of atherosclerosis and thrombosis*. <https://doi.org/10.5551/jat.29397>.
 28. Ortiz-Marrón, H., Ortiz-Pinto, M. A., Cuadrado-Gamarra, J. I., Esteban-Vasallo, M., Cortés-Rico, O., Rey-Gallo, L., et al. (2018). Persistencia y variación del sobrepeso y la obesidad en la población preescolar de la Comunidad de Madrid tras dos años de seguimiento. *Cohorte ELOIN. Revista Española Cardiología*. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2017.12.007>.
 29. Ahrens, W., Bammann, K., Siani, A., Buchecker, K., De Henauw, S., Iacoviello, L., et al. (2011). The IDEFICS cohort: design, characteristics and participation in the baseline survey. *International*

Journal of Obesity, 35(S1):S3.

30. Espín-Ríos, M. I., Pérez-Flores, D., Sánchez-Ruiz, J. F., & Salmerón-Martínez, D. (2013). Prevalence of childhood obesity in the Murcia Region; an assessment of different references for body mass index. In *Anales de pediatría* (Barcelona, Spain: 2003). <https://10.1016/j.anpedi.2012.09.007>.
31. González-García, A., Álvarez-Bueno, C., de la Cruz, L., Sánchez-López, M., Solera-Martínez, M., Díez-Fernández, A., et al. (2015). Prevalence of thinness, overweight and obesity among 4-to-6-year-old Spanish schoolchildren in 2013; situation in the European context. *Nutrición hospitalaria*, 32(4):1476-1482.

Table 1. Characteristics of the sample according to parents' perception of their children's health status at 4 and 6 years of age

	Health status at 4 years of age		Health status at 6 years of age	
	Optimal (n=1724)	Suboptimal (n=159)	Optimal (n=1800)	Suboptimal (n=83)
Age in months, mean(SD)	48.6(1.7)	48.5(1.8)	73.6(3.3)	73.6(3.1)
Sex, %				
Boy	50.1	54.7	50.5	51.8
Girl	49.8	45.3	49.5	48.2
Mother's educational level, %				
Primary or lower	3.1	6.3	3.2	7.2
Secondary education	51.4	67.3	52.2	62.7
University diploma	14.0	14.5	14.2	12.1
University degree (graduate)	31.1	11.9	30.0	16.9
No data	0.3	0	0.3	1.1
Family purchasing power, %				
Low	44.1	67.9	45.1	68.8
Medium	39.5	21.4	38.6	24.1
High	16.4	10.7	16.3	7.2
Breastfeeding in months, %				
No breastfeeding	10.4	5.7	9.9	10.8
1 to 2 months	15.7	13.2	15.6	12.1
3 to 5 months	39.4	42.1	39.4	43.4
≥6 months	15.4	13.2	15.4	10.8
No data	19.1	25.8	19.6	22.9
Television and video games (hours/week), %				
1 st tertile	39.6	34.0	39.3	34.9
2 nd tertile	33.7	33.3	33.9	28.9
3 rd tertile	26.6	32.7	26.7	36.1
No data	0.1	0.0	0.1	0.1
Physical activity (hours/week), %				
1 st tertile	46.5	64.2	47.3	62.7
2 nd tertile	21.9	14.4	21.7	13.3
3 rd tertile	28.9	15.7	28.1	20.4
No data	2.7	5.7	2.9	3.6
Change in weight status from 4 to 6 years of age ^a , %				
Persistent absence of excess weight	67.2	69.8	67.7	61.5
Persistent presence of excess weight	16.2	10.7	16.1	15.7
Incident excess weight	10.8	16.4	10.6	18.1
Remission of excess weight	5.8	3.2	5.6	4.8
Change in abdominal obesity from 4 to 6 years of age ^b , %				
Persistent absence of abdominal obesity	89.0	87.9	89.3	80.5
Persistent presence of abdominal obesity	4.3	4.5	4.3	8.5
Incident abdominal obesity	4.4	5.7	4.2	7.3
Remission of abdominal obesity	2.3	1.9	2.2	3.7

SD: Standard deviation

^a Excess weight: z-BMI (body mass index) >+ 1 standard deviation according to the WHO-2007 reference tables^b Abdominal obesity: percentile ≥90 according to Fernández et al's reference tables

Missing values: Mother's educational level: 6 cases; Abdominal obesity: 18 cases.

Table 2. Characteristics of the sample at 6 years of age, according to health-related quality of life (HRQL)^a

	N	HRQL Mean (SD)
Sex		
Boy	947	53.9(8.7)
Girl	924	54.5(8.6)
Mother's educational level		
Primary or lower	61	54.4(8.9)
Secondary education	992	54.2(8.5)
University diploma	263	53.7(8.8)
University degree (graduate)	550	54.6(8.9)
No data	5	65.3(4.8)
Family purchasing power		
Low	863	53.8(8.7)
Medium	711	54.5(8.2)
High	297	55.2(9.5)
Breastfeeding in months		
No breastfeeding	188	54.5(9.4)
1 to 2 months	291	53.5(8.4)
3 to 5 months	739	54.3(8.5)
≥6 months	284	54.9(8.6)
No data	369	54.4(9.0)
Television and video games (hours/week)		
1 st tertile	735	54.7(8.7)
2 nd tertile	627	54.2(8.6)
3 rd tertile	508	53.8(8.8)
Physical activity (hours/week)		
1 st tertile	898	54.1(8.7)
2 nd tertile	400	54.7(8.8)
3 rd tertile	518	54.1(8.6)
No data	55	56.3(8.2)
Perception of health status at 4 years of age		
Optimal	1713	54.5(8.6)
Suboptimal	158	51.8(9.1)
Perception of health status at 6 years of age		
Optimal	1788	54.5(8.6)
Suboptimal	83	50.7(9.2)
Change in weight status from 4 to 6 years of age ^b		
Persistent absence of excess weight	1262	54.3(8.7)
Persistent presence of excess weight	305	53.6(8.7)
Incident excess weight	201	54.4(8.2)
Remission of excess weight	103	56.2(9.2)
Change in abdominal obesity from 4 to 6 years of age ^c		
Persistent absence of abdominal obesity	1647	54.4(8.7)
Persistent presence of abdominal obesity	82	54.1(8.9)
Incident abdominal obesity	81	52.0(8.4)
Remission of abdominal obesity	43	54.3(8.5)

SD: Standard deviation

^a Proxy Kidscreen-10

^b Excess weight: z-BMI (body mass index) >+ 1 standard deviation according to the WHO-2007 reference tables

^c Abdominal obesity: percentile ≥90 according to Fernández et al's reference tables

Table 3. Association between changes in children’s weight status and abdominal obesity, and suboptimal health status at 6 years of age

	Suboptimal health		
	OR ^c	95% CI	<i>p</i> -value
Variation in excess weight ^a (n=1723)			
Persistent absence of excess weight	1 (ref)		
Persistent presence of excess weight	1.21	(0.57 to 2.54)	0.598
Incident excess weight	2.41	(1.21 to 4.80)	0.014
Remission of excess weight	1.48	(0.39 to 5.53)	0.544
Variation in abdominal obesity ^b (n=1707)			
Persistent absence of abdominal obesity	1 (ref)		
Persistent presence of abdominal obesity	1.34	(0.29 to 6.08)	0.693
Incident abdominal obesity	2.99	(1.31 to 6.84)	0.011
Remission of abdominal obesity	2.70	(0.71 to 10.23)	0.138

^a Excess weight: z-BMI (body mass index) >+ 1 standard deviation according to the WHO-2007 reference tables

^b Abdominal obesity: percentile ≥90 according to Fernández et al’s reference tables

^c Odds ratios of having suboptimal health calculated by logistic regression, adjusted for sex, age, mother’s educational level, family purchasing power, weekly hours of screen time and videogames, weekly hours of physical activity, and breastfeeding

Table 4. Association between changes in children’s weight status and abdominal obesity, and health-related quality of life (HRQL) at 6 years of age

	HRQL		
	β^c	95% CI	<i>p</i> -value
Variation in excess weight ^a (n=1869)			
Persistent absence of excess weight	(ref)		
Persistent presence of excess weight	-0.56	(-2.04 to 0.91)	-0.56
Incident excess weight	0.22	(-1.11 to 1.55)	0.22
Remission of excess weight	2.02	(0.36 to 3.68)	2.02
Variation in abdominal obesity ^b (n=1851)			
Persistent absence of abdominal obesity	(ref)		
Persistent presence of abdominal obesity	-0.12	(-1.63 to 1.38)	0.869
Incident abdominal obesity	-2.22	(-4.40 to -0.03)	0.047
Remission of abdominal obesity	-0.47	(-3.86 to 2.91)	0.777

^a Excess weight: z-BMI (body mass index) >+ 1 standard deviation according to the WHO-2007 reference tables

^b Abdominal obesity: percentile ≥90 according to Fernández et al’s reference tables

^c Coefficients calculated by linear regression and adjusted for sex, age, mother’s educational level, family purchasing power, weekly hours of screen and video games, weekly hours of physical activity, breastfeeding and parent-perceived health status at age 4 years

Artículo 3

Association between general and central adiposity and development of hypertension in early childhood

Maira A Ortiz-Pinto^{1,2,3}, Honorato Ortiz-Marrón⁴,
Isabel Ferriz-Vidal⁵, María V Martínez-Rubio⁶,
María Esteban-Vasallo⁷, María Ordobás-Gavin⁴ and
Iñaki Galán^{1,2}

Abstract

Objectives: To evaluate the association of general and abdominal obesity with high blood pressure in young children.

Methods: A longitudinal study including 1796 participants from the Madrid region (Spain) with baseline at age 4 years and a follow-up 2 years later. Blood pressure, body mass index and waist circumference were measured during a physical examination. We evaluated the association between obesity at baseline and weight changes between the ages of 4 and 6 years and high blood pressure. Data were analysed using linear and logistic regressions adjusted for covariates.

Results: Obese 4 year olds (general or abdominal obesity) experienced an average 4–5 mmHg increase in systolic blood pressure and a 2.5–3 mmHg increase in diastolic blood pressure by the age of 6 years. Compared to children maintaining a non-excess weight (based on body mass index) during follow-up incident and persistent cases of excess weight (overweight or obesity) had an odds ratio (OR) for high blood pressure of 2.49 (95% confidence interval (CI) 1.50–4.13) and OR 2.54 (95% CI 1.27–5.07), respectively. Regarding abdominal obesity we estimated OR 2.81 (95% CI 0.98–8.02) for incident cases and OR 3.42 (95% CI 1.38–8.49) for persistent cases. Similar estimates for the waist–height ratio were observed. Individuals who experienced remission to non-excess weight did not have an increased risk of high blood pressure.

Conclusions: We observed an increased risk for high blood pressure among 4-year-olds who presented with persistent or incident cases of excess weight (body mass index) or abdominal obesity after 2 years of follow-up. Children with excess weight or obesity at baseline who remitted to non-excess weight did not exhibit an increased risk of high blood pressure.

Keywords

Childhood, obesity, abdominal obesity, arterial hypertension

Received 9 January 2019; accepted 3 March 2019

Introduction

In 2010 the childhood obesity epidemic affected 43 million children worldwide. Furthermore, overweight and obesity have increased between two and three-fold in preschool age over the last three decades.¹ Similar to other southern European countries, Spain has a very high prevalence of childhood obesity.²

Children and adolescents with excess body fat present with adverse cardiometabolic parameters that support the onset of cardiovascular complications, even if no clinical symptoms are detected in childhood.³

¹Centro Nacional de Epidemiología, Instituto de Salud Carlos III, Spain

²Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad Autónoma de Madrid/IdiPAZ, Spain

³Departamento de Salud Pública, Universidad Del Norte, Colombia

⁴Servicio de Epidemiología, Dirección General de Salud Pública, Madrid, Spain

⁵Centro de Salud Valde las Fuentes, Consejería de Sanidad, Madrid, Spain

⁶Centro de Salud los Fresnos, Consejería de Sanidad, Madrid, Spain

⁷Servicio de Informes de Salud y Estudios, Dirección General de Salud Pública, Madrid, Spain

Corresponding author:

Iñaki Galán, National Centre for Epidemiology, Instituto de Salud Carlos III, Monforte de Lemos 5, 28029 Madrid, Spain.

Email: igalan@isciii.es

Compared with children of normal weight, children with overweight and obesity show an average increase of 4.5 and 7.5 mmHg of systolic blood pressure (BP), respectively.³ In addition, the presence of high BP in childhood increases the risk of adult hypertension.⁴ Analyses of trajectories and effects of childhood overweight and obesity on BP conclude that as excess weight drops so does high BP.^{5–11} This evidence-based support for adequate weight control from an early age as a form of prevention of future cardiometabolic complications makes for a highly relevant public health message.¹²

Because the use of the body mass index (BMI) as the single indicator of general adiposity is controversial, the collection of additional anthropometric measures is recommended. For instance, combining BMI and waist circumference (WC), a better indicator of central adiposity and visceral fat, is likely to increase sensitivity in the detection of overweight and obesity.¹³ This in turn will enable a better assessment of the link between excess weight and cardiometabolic complications.¹⁴ The overall objective of this study was to evaluate the association of general overweight, general obesity and abdominal obesity with high BP in a representative population-based sample of 4-year-old children after 2 years of follow-up.

Materials and methods

Study population

The Longitudinal Study of Childhood Obesity (ELOIN for its acronym in Spanish) is a population-based cohort of the Madrid region, Spain (population 6.5 million). Study methodology and sample characteristics have previously been published.¹⁵ A total of 2627 children were involved in the original cohort. The number of participants who underwent a physical examination at 4 (baseline measurement) and 6 years of age was 1796. The information was collected in two consecutive stages: the child's standardised physical examination performed at the health centre by the paediatricians participating in the study, followed by a computer-assisted telephone interview of the parents based on a structured questionnaire.

Anthropometric measurements

The physical examination included anthropometric measures collected in a standardised manner by the 32 paediatricians in the study. Weight was assessed using a digital scale (SECA model 220, precision 0.1 kg); height was measured by means of telescopic stadiometer (SECA model 220, precision 1.0 mm); WC was measured with a validated inextensible

metric tape with a buckle, just above the iliac crests with the tape horizontally and without compression of the tissues. Two measurements were collected for each participant, and the average was used for the analyses.

We calculated the children's BMI (kg/m^2) standardising it for age in months and sex according to the World Health Organization 2007 reference tables. Based on BMI *z*-scores, overweight was defined as *z*-BMI greater than +1 standard deviation (SD) and +2 or less SD whereas obesity was defined as *z*-BMI greater than +2 SD.¹⁶

The mean WC value was standardised using the age (in months) and sex reference tables proposed by Fernández et al.¹⁷ Abdominal obesity was defined using two criteria: (a) 90th percentile or greater of WC according to the recommendations of the International Diabetes Federation (IDF);¹⁸ (b) 90th percentile or greater of the WC–height ratio (cm).¹⁹

Individuals classified as overweight or obese based on their *z*-BMI were grouped under the variable 'excess weight'. Both maintenance and variation of excess weight were captured by defining four categories which took into account an individual's classification at baseline and at follow-up: (a) maintenance of non-excess weight–BMI, i.e. presenting non-excess weight status at both time points; (b) maintenance of excess weight–BMI, i.e. presenting in-excess weight at both time points; (c) incidence, i.e. new cases of excess weight–BMI at follow-up; and (d) remission: recuperating a non-excess weight–BMI status by follow-up. The same categories were defined to evaluate changes in abdominal obesity during follow-up.

Blood pressure

BP was measured using the auscultatory method in the right arm. Participants remained seated at rest for 5 minutes before the assessment, with the back and feet supported. The right arm was resting on a firm surface in a horizontal position with the palm of the hand facing up so that the antero-cubital fossa was located at heart level. We measured BP two times separated by at least 2 minutes. When differences between both measures were greater than 5 mmHg a third measurement was taken. The average of the measurements was used for analytical purposes.

BP values were standardised according to height, age in months and sex, using the reference tables in The Fourth Report on High Blood Pressure in Children and Adolescents.²⁰ According to the recommendations of the European Society of Hypertension for Children and Adolescents,²¹ high BP was defined using the 90th percentile as the cutoff point for systolic and/or diastolic BP.

Covariables. Baseline sociodemographic variables collected when participants were 4 years old included sex, age in months, mother's educational achievement and family socioeconomic status (SES) based on the family affluence scale (low, medium and high).²² Other covariables included time of exclusive breastfeeding, rest (hours of sleep and leisure), weekly physical exercise (hours at school and extracurricular) and weekly sedentary activities (hours spent in front of screens: television, playing with the computer or the console).

Statistical analysis. From the initial sample composed of 1796 participants with valid values for systolic and diastolic BP, 15 children were excluded who did not report values for WC. An additional 170 children were excluded from all elevated BP analyses because of having altered BP already at age 4 years. After removing participants with missing values in the covariates of interest, the final sample sizes used in the different models of association between BP and overweight general and abdominal obesity ranged between 1612 and 1796 individuals.

We applied linear regression modelling to estimate mean changes in systolic and diastolic BP. Second, we used logistic regression models to estimate the odds ratios (ORs) of having high BP by age 6 years. These models also included the different anthropometric categories capturing weight changes during follow-up.

Models were adjusted for the covariates previously described; in particular, all analyses included sex, age, family SES, BP baseline values, as well as those covariates with *P* values less than 0.20 at the bivariate level. Finally, we explored potential interactions of the indicators for overweight general obesity and abdominal obesity with the variables for sex and SES. All the analyses were performed using Stata v. 14 and its survey data module to take into account the characteristics of the cluster sampling (paediatric consultations).

Ethical considerations. The study protocol was approved by the ethics committee of the Ramón y Cajal Hospital in Madrid. Given that all participants were minors, their parents gave their informed consent in writing.

Results

The characteristics of the sample are described in Table 1. Higher systolic BP was observed in children with low SES, excess weight and incident and persistent abdominal obesity.

Table 2 shows the mean systolic and diastolic BP changes by age 6 years, according to the classification of weight status and abdominal obesity at age 4 years (baseline). Children with overweight at baseline were

associated with an increase in BP 2 years later, by age 6 years. Models estimate a β coefficient for systolic pressure of 1.79 (95% confidence interval (CI) 0.71–2.86) and β for diastolic pressure of 1.36 (95% CI 0.15–2.58). Being obese at baseline was associated with a greater increase in BP, observing β coefficients of 4.77 (95% CI 2.85–6.69) and 3.08 (95% CI 0.63–5.52) for systolic and diastolic pressure, respectively. Abdominal obesity according to WC was associated with an increase of 4.43 mmHg (95% CI 3.01–5.85) and 2.48 mmHg (95% CI 0.56–4.40) of the systolic and diastolic pressure, respectively. The BP increase associated with baseline waist–height ratio was smaller, being an increase in systolic pressure of 2.46 (95% CI 0.97–3.95).

Table 3 shows the longitudinal analysis of the variation in excess weight and abdominal obesity and the mean BP by age 6 years. Compared with children who maintained a non-excess weight based on BMI or abdominal obesity at either assessment incident and persistent cases of excess weight or abdominal obesity presented a greater increase in mean BP. The greatest increases in systolic pressure were associated with WC for incident cases ($\beta = 7.21$; 95% CI 4.18–10.24) as well as for persistent cases ($\beta = 7.15$; 95% CI 5.12–9.18). In contrast, the greatest increases in diastolic BP were associated with the waist–height ratio, estimating a β of 4.03 (95% CI 2.10–5.95) for incident cases and β of 4.59 (95% CI 1.78–7.41) for persistent cases. Except regarding WC-based abdominal obesity, individuals experiencing obesity reversal showed similar values to those of participants who maintained a non-excess weight based on BMI or abdominal obesity, or slightly higher but without reaching statistical significance.

Table 4 shows crude and adjusted risks of having high BP at age 6 years, taking into account weight status and abdominal obesity at age 4 years. In the adjusted model, general obesity (BMI) and abdominal obesity (WC) were associated with high BP (OR 2.55; 95% CI 1.24–5.24 and OR 1.99; 95% CI 1.00–3.95, respectively).

Table 5 shows the results of the longitudinal risk analysis of having high BP at age 6 years, with respect to the persistence or variation of excess weight and abdominal obesity. The association with the greatest magnitude was observed among persistent cases of WC-based abdominal obesity (OR 3.42; 95% CI 1.38–8.49), followed closely by individuals with persistent obesity according to the waist–height quotient (OR 3.17; 95% CI 1.12–8.91) and excess weight (BMI), OR 2.54 (95% CI 1.27–5.07).

The incidence of both excess weight (according to BMI) and abdominal obesity (according to waist–height ratio) during the follow-up period was associated with an increased risk of high BP

Table 1. Systolic and diastolic blood pressure at follow-up (age 6 years), according to the characteristics of the sample.

	N	Systolic blood pressure (mmHg)		Diastolic blood pressure (mmHg)	
		Mean (SD)	P value	Mean (SD)	P value
Sex			<0.001		0.023
Males	908	93.4 (8.4)		55.1 (7.7)	
Females	888	91.8 (8.5)		54.3 (8.6)	
Maternal educational level ^a			0.579		0.054
Primary or below	61	92.3 (8.8)		54.4 (8.7)	
First level secondary	330	93.0 (8.8)		55.3 (8.2)	
Second level secondary	608	92.9 (8.5)		55.3 (7.9)	
Some college/technical	249	92.1 (8.2)		53.6 (7.7)	
University level	542	92.2 (8.3)		54.3 (7.6)	
Family purchasing power			0.062		0.012
Low	817	93.1 (8.7)		55.3 (7.9)	
Medium	687	92.3 (8.2)		54.2 (7.9)	
High	291	91.9 (8.4)		54.2 (8.0)	
Number of months of breastfeeding ^a			0.553		0.310
No breastfeeding	181	92.3 (8.5)		54.1 (7.7)	
1–2 months	274	92.9 (8.5)		54.7 (8.0)	
3–5 months	712	92.7 (8.5)		54.8 (7.9)	
≥6 months	278	91.9 (7.9)		54.2 (7.5)	
TV and video games (hours/week) ^a			0.199		0.736
Under 6 hours	704	92.3 (8.2)		54.6 (7.6)	
6–9 hours	605	92.9 (8.7)		54.9 (8.0)	
>9 hours	485	92.6 (8.5)		54.7 (8.2)	
Physical activity (hours/week) ^a			0.343		0.372
<2 hours	861	92.9 (8.5)		55.0 (7.9)	
2–4 hours	389	92.2 (8.4)		54.2 (7.8)	
>4 hours	492	92.2 (8.5)		54.6 (7.9)	
Change in excess weight (BMI) ^b between ages 4 and 6 years			<0.001		<0.001
Persistent non-excess weight	1205	91.2 (7.9)		53.8 (7.5)	
Persistent excess weight	290	96.9 (9.3)		57.5 (8.6)	
Incident	201	95.9 (8.0)		56.7 (7.7)	
Remission	100	90.7 (7.8)		53.8 (8.3)	
Change in abdominal obesity between ages 4 and 6 years according to waist circumference ^{a,c}			<0.001		<0.001
Persistent non-abdominal obesity	1584	91.8 (8.0)		54.2 (7.6)	
Persistent abdominal obesity	77	99.4 (9.7)		58.3 (9.8)	
Incident	80	99.6 (8.6)		59.1 (7.4)	
Remission	40	95.5 (10.1)		57.3 (10.3)	
Change in abdominal obesity between ages 4 and 6 years according to waist–height ratio ^{a,d}			<0.001		<0.001
Persistent non-abdominal obesity	1523	91.9 (8.1)		54.2 (7.7)	
Persistent abdominal obesity	96	99.1 (9.3)		59.1 (8.5)	
Incident	84	98.3 (8.3)		58.5 (7.3)	
Remission	78	91.6 (9.3)		53.9 (8.0)	

SD: standard deviation; BMI: body mass index.

^aVariables with missing values.^bExcess weight (BMI) > +1 SD according to WHO 2007 reference tables.^cAbdominal obesity ≥90th percentile according to reference tables by Fernández et al.¹⁷^dAbdominal obesity ≥90th percentile of waist (cm)–height (cm) ratio.

Table 2. Association between general overweight-obesity and abdominal obesity at 4 years of age and systolic and diastolic blood pressure at 6 years of age.

	Systolic blood pressure (mmHg)			Diastolic blood pressure (mmHg)		
	Coef. β^e	95% CI	P value	Coef. β^e	95% CI	P value
Body mass index (N = 1796)						
Non-excess weight	(ref)			(ref)		
Overweight ^a	1.79	(0.71–2.86)	0.002	1.36	(0.15–2.58)	0.029
Obesity ^b	4.77	(2.85–6.69)	<0.001	3.08	(0.63–5.52)	0.015
Waist circumference (N = 1788)						
Not obese	(ref)			(ref)		
Obese ^c	4.43	(3.01–5.85)	<0.001	2.48	(0.56–4.40)	0.013
Waist–height ratio (N = 1788)						
Not obese	(ref)			(ref)		
Obese ^d	2.46	(0.97–3.95)	0.002	1.61	(0.01–3.21)	0.048

CI: confidence interval.

^aOverweight (body mass index) > +1 standard deviation (SD) and ≤ +2 SD according to WHO 2007 reference tables.^bObesity (body mass index) > +2 SD according to WHO 2007 reference tables.^cAbdominal obesity ≥90th percentile according to reference tables by Fernández et al.¹⁷^dAbdominal obesity ≥90th percentile of waist(cm)–height(cm) ratio.^e β coefficients: estimated using linear regression, adjusted for sex, age, maternal educational level, family purchasing power, hours of TV screen or video games per week, hours of physical activity per week, breastfeeding and baseline blood pressure (age 4 years).**Table 3.** Association between persistence and variation of general overweight-obesity and abdominal obesity between the ages of 4 and 6 years and systolic and diastolic blood pressure at age 6 years.

	Systolic blood pressure (mmHg)			Diastolic blood pressure (mmHg)		
	Coef. β^d	95% CI	P value	Coef. β^d	95% CI	P value
Body mass index (N = 1632) ^a						
Persistent non-excess weight	(ref)			(ref)		
Persistent excess weight	5.06	(3.56–6.56)	<0.001	3.18	(1.49–4.87)	0.001
Incident	4.85	(3.49–6.20)	<0.001	2.77	(1.69–3.86)	<0.001
Remission	−0.81	(−2.62–0.99)	0.368	0.04	(−2.10–2.20)	0.963
Waist circumference (N = 1612) ^b						
Persistent non-abdominal obesity	(ref)			(ref)		
Persistent abdominal obesity	7.15	(5.12–9.18)	<0.001	3.59	(1.13–6.06)	0.006
Incident	7.21	(4.18–10.24)	<0.001	3.80	(1.57–6.04)	0.002
Remission	2.78	(0.18–5.39)	0.037	2.43	(−0.52–5.38)	0.103
Waist–height ratio (N = 1612) ^c						
Persistent non-abdominal obesity	(ref)			(ref)		
Persistent abdominal obesity	7.07	(4.77–9.36)	<0.001	4.59	(1.78–7.41)	0.002
Incident	6.43	(3.97–8.90)	<0.001	4.03	(2.10–5.95)	<0.001
Remission	0.30	(−1.69–2.31)	0.757	0.26	(−1.21–1.75)	0.713

CI: confidence interval.

^aExcess weight (body mass index) > +1 standard deviation (SD) according to WHO 2007 reference tables.^bAbdominal obesity ≥90th percentile according to reference tables by Fernández et al.¹⁷^cAbdominal obesity ≥90th percentile of waist(cm)–height(cm) ratio.^d β coefficients: estimated using linear regression, adjusted for sex, age, maternal educational level, family purchasing power, hours of TV screen or video games per week, hours of physical activity per week, breastfeeding and baseline blood pressure (age 4 years).

Table 4. Association between general overweight-obesity and abdominal obesity at baseline (age 4 years) and high blood pressure at follow-up (age 6 years).

	High blood pressure					
	OR ^e	95% CI	P value	OR ^f	95% CI	P value
Body mass index (N = 1796)						
Non-excess weight	1 (ref)			1 (ref)		
Overweight ^a	1.65	(1.16–2.34)	0.007	1.35	(0.93–1.96)	0.102
Obesity ^b	3.72	(1.85–7.47)	0.001	2.55	(1.24–5.24)	0.012
Waist circumference (N = 1788)						
Non obese	1 (ref)			1 (ref)		
Obese ^c	2.92	(1.37–6.22)	0.007	1.99	(1.00–3.95)	0.048
Waist–height ratio (N = 1788)						
Non obese	1 (ref)			1 (ref)		
Obese ^d	2.00	(0.91–4.38)	0.079	1.33	(0.61–2.90)	0.475

CI: confidence interval; OR: odds ratio.

^aOverweight (body mass index) > +1 standard deviation (SD) and ≤ +2 SD according to WHO 2007 reference tables.^bObesity (body mass index) > +2 SD according to WHO 2007 reference tables.^cAbdominal obesity ≥90th percentile according to reference tables by Fernández et al.¹⁷^dAbdominal obesity ≥90th percentile of waist(cm)–height(cm) ratio.^eOdds ratios estimated using unadjusted logistic regression.^fOdds ratios estimated using logistic regression adjusted for sex, age, maternal educational level, family purchasing power, hours of TV screen or video games per week, hours of physical activity per week, breastfeeding and baseline blood pressure (age 4 years).**Table 5.** Association between persistence and variation of general overweight-obesity and abdominal obesity between the ages of 4 and 6 years and high blood pressure at age 6 years.

	High blood pressure					
	OR ^d	95% CI	P value	OR ^e	95% CI	P value
Body mass index (N = 1632) ^a						
Persistent non-excess weight	1 (ref)			1 (ref)		
Persistent excess weight	2.77	(1.37–5.58)	0.006	2.54	(1.27–5.07)	0.010
Incident	2.55	(1.46–4.44)	0.002	2.49	(1.50–4.13)	0.001
Remission	1.32	(0.54–3.24)	0.523	1.31	(0.50–3.44)	0.562
Waist circumference (N = 1612) ^b						
Persistent non-abdominal obesity	1 (ref)			1 (ref)		
Persistent abdominal obesity	4.13	(1.58–10.75)	0.005	3.42	(1.38–8.49)	0.009
Incident	3.22	(1.19–8.68)	0.022	2.81	(0.98–8.02)	0.052
Remission	1.67	(0.41–6.70)	0.456	1.57	(0.41–5.94)	0.491
Waist–height ratio (N = 1612) ^c						
Persistent non-abdominal obesity	1 (ref)			1 (ref)		
Persistent abdominal obesity	3.80	(1.36–10.59)	0.012	3.17	(1.12–8.91)	0.030
Incident	3.27	(1.50–7.10)	0.004	3.01	(1.44–6.28)	0.004
Remission	0.83	(0.23–3.03)	0.782	0.76	(0.21–2.69)	0.668

CI: confidence interval; OR: odds ratio.

^aExcess weight (body mass index) > +1 standard deviation (SD) according to WHO 2007 reference tables.^bAbdominal obesity ≥90th percentile according to reference tables by Fernández et al.¹⁷^cAbdominal obesity ≥90th percentile of waist(cm)–height(cm) ratio.^dOdds ratios estimated using unadjusted logistic regression.^eOdds ratios estimated using logistic regression adjusted for sex, age, maternal educational level, family purchasing power, hours of TV screen or video games per week, hours of physical activity per week, breastfeeding and baseline blood pressure (age 4 years).

presentation: OR 2.49 (95% CI 1.50–4.13) and OR 3.01 (95% CI 1.44–6.28), respectively. When compared with children who maintained non-excess weight, those who remitted excess weight did not present statistically significant differences in risk. We observed the same result regarding abdominal obesity. Finally, no statistically significant interactions with sex or family purchasing level were identified.

Finally, we examined how both indices contributed to increases in BP by introducing them simultaneously in the linear regression model (see Supplementary Table 1). We observed independent effects on systolic BP increase despite the high correlation between the indices. We tested a model with the four combinations of obesity at 4 years of age, and the increase in systolic BP was statistically significant in all of them. That is, obese patients classified only by BMI had an increase of 3.98 mmHg of systolic BP; the obese classified by WC showed an increase of 3.62 mmHg; and the obese classified by both measurements had an increase of 5.03 mmHg (see Supplementary Table 2). These results support the combined use of both general and abdominal obesity measures as a determinant factor influencing BP.

Discussion

After 2 years of follow-up, children diagnosed with either general or abdominal obesity at the age of 4 years showed an average increase of 4–5 mmHg systolic and 2.5–3 mmHg diastolic BP. Based on the resulting ORs, the probability of having high BP was 2–2.5 times higher in the obese children. Both the persistent and incident cases of excess weight, general and abdominal obesity, showed an increased risk of BP elevation, whereas cases experiencing remission presented values similar to children with no excess weight.

There is consistent evidence from numerous longitudinal studies supporting the relationship between excess weight and the increase in systolic and diastolic BP in children and adolescents.^{5–11,23–27} Although comparisons with this literature are problematic due to substantial variations in age groups, lengths of follow-up and indicators included, the average increase in BP observed in our study is quite similar to those reported by others.

Considering that an individual's overweight or obese status can change throughout childhood and adolescence, the different categories of the anthropometric indicators and their effect on cardiometabolic risk, and more specifically on BP, have been analysed.^{5–11,23,25,26} Both persistent and incident cases of excess weight were associated with an increase in BP. In addition, when excess weight remitted during the follow-up BP decreased.^{5–11} Here we observed the

same associations already at very early ages and with only 2 years of follow-up, underscoring the importance of controlling excess weight early in life to maintain healthy BP values.

Although in their systematic review Friedemann et al. reported a greater effect of obesity both on systolic and diastolic pressure in girls than boys,³ our data pointed to a similar effect in both sexes supporting findings reported in previous longitudinal studies.^{5,8,23,24,27} It is possible that the detection of those sex differences by Friedemann et al.³ could be the result of analysing both longitudinal and cross-sectional studies together.

Nevertheless, an understudied question was to know if SES could modify the association between adiposity and BP. Consistent with our results, Howe et al.²⁸ reported that adiposity did not mediate the SES differentials in BP.

What is also under discussion is the role the different anthropometric indicators play on cardiovascular risk. Recent work proposed WC as a better marker of visceral adiposity than BMI, based on the former's stronger association with obesity-related complications.¹⁴ Other authors have proposed the WC corrected for height as the better predictor of cardiometabolic risk. This measure has the obvious advantage of its applicability to different population subgroups without standardisation according to reference values.²⁹

Studies examining both indicators of general and abdominal obesity failed to find significant differences in their associations with BP.^{5,9,24} Similarly, we did not find substantial differences between these two indicators, except that the associations between WC corrected by height and high BP were, in general, of smaller magnitude. In addition, the area under the receiver operating characteristic curves, which, in this case, evaluated the indicators' capacity to discriminate between children with and without elevated BP, were similar across our three different adiposity measures at baseline and BP values 2 years later: BMI (0.7093); WC (0.7059); and WC–height ratio (0.7033). Regardless of this, it is important to keep in mind that obesity, estimated based on BMI and WC separately, has a sensitivity of 80–85%.³⁰ That is, either measurement separately fails to detect one of every five to six cases of obesity and thus the recommendation in paediatrics is the simultaneous use of both measures.¹³

Limitations and strengths of the study

When interpreting our results, some limitations should be taken into consideration. First, children of foreign or low educational level mothers had a lower response rate at baseline, introducing a moderate bias in the selection of the sample which may affect its representativeness at the population level. Second, most of the children in

our study are Caucasians of Spanish origin, so our findings cannot be generalised to other ethnicities. Third, the 2-year follow-up does not allow the evaluation of how the association between BP and body weight changes in the mid to long-term. Finally, given the low prevalence of obese 4-year-olds at baseline (5%) and follow-up (9.7%) we combined the two categories, overweight and obese, into an 'excess weight' category to maintain statistical power in the longitudinal analyses.

It should also be noted that the average systolic and diastolic BP data used to define high BP came from a single visit to the paediatrician and not from three separate measurements, as recommended by the European Society of Hypertension. Finally, taking into account the model's goodness of fit, adiposity would explain only 5–8% of variability (depending on the indicators) in unadjusted models, only improving to 7–10% in the adjusted models. However, as this modest goodness of fit mirrors that of those reported in other studies,²⁶ our results support previous evidence pointing to the existence of other factors, not included in the analysis, that may explain the residual variance and confound the results.

Among the study's strengths, it is worth highlighting its longitudinal design allowing causal associations to be suggested. Another important characteristic is that the sample is representative of the 4-year-old population of the Madrid region, despite the aforementioned selection bias. Finally, the anthropometric measures, which include various indices and BP, were based on objective tests performed in a standardised manner, with baseline measurements at 4 years of age and a follow-up 2 years later. Individuals with high BP at baseline were excluded from the logistic regression analyses estimating incident cases during follow-up. Finally, all models were adjusted for baseline BP values.

Paediatricians play a key role in the prevention of adult cardiovascular diseases as the onset of many of the related risk factors occur in childhood. In fact, there is an ongoing heated debate about the pertinence of universal screening for hypertension in children. However, although recommended by numerous clinical guides, evidence supporting the implementation of such a programme is still very limited.¹² Notwithstanding this, the proposal of a screening programme for hypertension, targeted at at-risk groups such as children with excess weight or with general or abdominal obesity, should be evaluated to be integrated into clinical practice.

In conclusion, 4-year-olds presenting with excess weight based on BMI or abdominal obesity at the beginning of the study displayed a higher risk of BP increase by the time they turned 6 years of age.

Incident and persistent cases of excess weight and abdominal obesity were associated with an increased risk of high BP, whereas those who reverted to a normal weight decreased their BP to levels comparable to those with normal anthropometric values at the study's baseline and throughout the follow-up. Therefore, the early detection and control of childhood obesity may reduce the risk of high BP.

Author contribution

MA Ortiz-Pinto and I Galán conceptualised and designed the study, drafted the initial manuscript and reviewed and revised the manuscript. MA Ortiz-Pinto, H Ortiz-Marrón and I Galán designed the data collection instruments, collected data, carried out the initial analyses. MA Ortiz-Pinto, H Ortiz-Marrón, M Esteban-Vasallo, M Ordobás-Gavin, I Ferriz-Vidal I, MV Martínez-Rubio and I Galán I revised the manuscript. H Ortiz-Marrón, M Ordobás-Gavin, I Ferriz-Vidal and MV Martínez-Rubio collected data and critically reviewed the manuscript for important intellectual content. All authors approved the final manuscript as submitted and agree to be accountable for all aspects of the work.

Acknowledgements

The authors would like to thank all participating families, the paediatricians from the Network of Sentinel Doctors of the Community of Madrid and the two companies interviewing the families: Demométrica SL and Sondaxe SL.

Declaration of conflicting interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

References

1. De-Onis M and Blössner M. Prevalence and trends of overweight among preschool children in developing countries. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 1032–1039.
2. Ahrens W, Pigeot I, Pohlabeln H, et al. Prevalence of overweight and obesity in European children below the age of 10. *Int J Obes (Lond)* 2014; 38(Suppl. 2): S99–S107.
3. Friedemann C, Heneghan C, Mahtani K, et al. Cardiovascular disease risk in healthy children and its association with body mass index: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2012; 345: e4759–e4759.
4. Chen X and Wang Y. Tracking of blood pressure from childhood to adulthood: a systematic review and meta-regression analysis. *Circulation* 2008; 117: 3171–3180.
5. Lawlor DA, Benfield L, Logue J, et al. Association between general and central adiposity in childhood, and change in these, with cardiovascular risk factors in adolescence: prospective cohort study. *BMJ* 2010; 341: c6224–c6224.

6. Huang R-C, Burrows S, Mori TA, et al. Lifecourse adiposity and blood pressure between birth and 17 years old. *Am J Hypertens* 2015; 28: 1056–1063.
7. Mamun AA, Lawlor DA, O'Callaghan MJ, et al. Effect of body mass index changes between ages 5 and 14 on blood pressure at age 14: findings from a birth cohort study. *Hypertension* 2005; 45: 1083–1087.
8. Berentzen NE, van Rossem L, Gehring U, et al. Overweight patterns throughout childhood and cardiometabolic markers in early adolescence. *Int J Obes (Lond)* 2016; 40: 58–64.
9. Bekkers MBM, Brunekreef B, Koppelman GH, et al. BMI and waist circumference; cross-sectional and prospective associations with blood pressure and cholesterol in 12-year-olds. *PLoS One* 2012; 7: e51801.
10. Howe LD, Chaturvedi N, Lawlor DA, et al. Rapid increases in infant adiposity and overweight/obesity in childhood are associated with higher central and brachial blood pressure in early adulthood. *J Hypertens* 2014; 32: 1789–1796.
11. Juonala M, Magnussen CG, Berenson GS, et al. Childhood adiposity, adult adiposity, and cardiovascular risk factors. *N Engl J Med* 2011; 365: 1876–1885.
12. Bloetzer C, Bovet P, Suris J-C, et al. Screening for cardiovascular disease risk factors beginning in childhood. *Public Health Rev* 2015; 36: 9.
13. Schröder H, Ribas L, Koebnick C, et al. Prevalence of abdominal obesity in Spanish children and adolescents Do we need waist circumference measurements in pediatric practice? *PLoS One* 2014; 9: e87549.
14. Dobashi K. Evaluation of obesity in school-age children. *J Atheroscler Thromb* 2016; 23: 32–38.
15. Ortiz-Marrón H, Cuadrado-Gamarra JI, Esteban-Vasallo M, et al. Estudio Longitudinal de Obesidad Infantil (ELOIN): diseño, participación y características de la muestra. *Rev Española de Cardiol* 2016; 69: 521–523.
16. Onis M de, Adelheid W Onyango, Borghi E, et al. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull WHO* 2007; 85(Suppl. 9): 660–667.
17. Fernández JR, Redden DT, Pietrobelli A, et al. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr* 2004; 145: 439–444.
18. Alberti G, Zimmet P, Kaufman F, et al. The IDF consensus definition of the metabolic syndrome in children and adolescents. *Pediatr Diabetes* 2007; 8: 299–306.
19. Nambiar S, Hughes I and Davies PS. Developing waist-to-height ratio cut-offs to define overweight and obesity in children and adolescents. *Public Health Nutr* 2010; 13: 1566–1574.
20. National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 2004; 114(2 Suppl. 4th Report): 555–576.
21. Lurbea E, Agabiti-Rosei E, Cruickshank JK, et al. 2016 European Society of Hypertension Guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents. *J Hypertens* 2016; 34: 1887–1920.
22. Boyce W, Torsheim T, Currie C, et al. The family affluence scale as a measure of national wealth: validation of an adolescent self-report measure. *Soc Indic Res* 2006; 78(Suppl. 3): 473–487.
23. Marcus MD, Foster GD, El Ghormli L, et al. Shifts in BMI category and associated cardiometabolic risk: prospective results from HEALTHY study. *Pediatrics* 2012; 129: e983–e991.
24. Maximova K, O'Loughlin J, Paradis G, et al. Changes in anthropometric characteristics and blood pressure during adolescence. *Epidemiology* 2010; 21: 324–331.
25. Munthali RJ, Kagura J, Lombard Z, et al. Childhood adiposity trajectories are associated with late adolescent blood pressure: birth to twenty cohort. *BMC Public Health* 2016; 16: 665.
26. Jones A, Charakida M, Falaschetti E, et al. Adipose and height growth through childhood and blood pressure status in a large prospective cohort study. *Hypertension* 2012; 59: 919–925.
27. Tu W, Eckert GJ, DiMeglio LA, et al. Intensified effect of adiposity on blood pressure in overweight and obese children. *Hypertension* 2011; 58: 818–824.
28. Howe LD, Galobardes B, Sattar N, et al. Are there socioeconomic inequalities in cardiovascular risk factors in childhood and are they mediated by adiposity? Findings from a prospective cohort study. *Int J Obes (Lond)* 2010; 34: 1149–1159.
29. Browning LM, Hsieh SD and Ashwell M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value. *Nutr Res* 2010; 23: 247–269.
30. Simmonds M, Llewellyn A, Owen CG, et al. Simple tests for the diagnosis of childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2016; 17: 1301–1315.

Artículo 4

Demand for health services and drug prescriptions among overweight or obese preschool children

Maira Alejandra Ortiz-Pinto,^{1,2,3} Honorato Ortiz-Marrón,⁴ María D Esteban-Vasallo,⁵ Agueda Quadrado-Mercadal,⁶ Dayami Casanova-Pardomo,⁷ Marta González-Alcón,⁸ María Ordobás-Gavin,⁴ Iñaki Galán^{1,2}

¹Centro Nacional de Epidemiología, Instituto de Salud Carlos III, Madrid, Spain

²Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública, Universidad Autónoma de Madrid/IdiPAZ, Madrid, Spain

³Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia

⁴Servicio de Epidemiología, Consejería de Sanidad, Madrid, Spain

⁵Servicio de Informes de Salud y Estudios, Consejería de Sanidad, Madrid, Spain

⁶Centro de Salud Navas del Rey, Consejería de Sanidad, Madrid, Spain

⁷Centro de Salud Cubas de la Sagra, Consejería de Sanidad, Madrid, Spain

⁸Centro de Salud Lavapiés, Consejería de Sanidad, Madrid, Spain

Correspondence to

Dr Iñaki Galán, Instituto de Salud Carlos III, Madrid 28029, Spain; igalan@isciii.es

Received 23 January 2019

Revised 6 August 2019

Accepted 12 August 2019

ABSTRACT

Objectives To evaluate the association between excess weight and the demand of health services in preschool children compared with healthy weight.

Methods The data come from the Longitudinal Study of Childhood Obesity cohort (1884 4-year-old children, residing in the Madrid region, Spain) who provided information through telephone questionnaire, physical examination and electronic medical records. We defined overweight, general and abdominal obesity based on body mass index, waist circumference and waist-to-height ratio. Using mixed models of multivariable negative binomial regression we calculated the incidence rate ratio (IRR) regarding primary care (PC) doctor visits, drug prescriptions and hospital admissions by weight status at the end of the 2-year follow-up.

Results Childhood general obesity was associated with a higher demand for PC services related to psychological problems (IRR=1.53; 95% CI 1.02 to 2.28) and childhood abdominal obesity, according to waist-to-height ratio, was related to more frequent problems of the musculoskeletal system (IRR=1.27; 95% CI 1.00 to 1.62). Drugs were prescribed more frequently to children falling under all three definitions of excess weight, compared with healthy weight children. No differences in the number of hospital admissions were observed.

Conclusions The demand of health services related to early childhood obesity was small. Nevertheless, obesity was associated with a slightly greater demand for drug prescriptions and for PC doctor visits related to psychological and musculoskeletal problems.

INTRODUCTION

In recent decades, the prevalence of obesity in children and adolescents has increased progressively worldwide, although since 2000 such a rise seems to have levelled off in many developed countries.¹ By 2016, it corresponded to a disease burden of 33.6 and 27.3 Disability-Adjusted Life Years for 100 000 children aged 5–9 years and 10–14 years, respectively.²

Substantial evidence shows that excess weight in childhood and adolescence leads to adverse outcomes in adult life by increasing morbidity and the risk of premature mortality.³ Unfortunately, there is also evidence that some health professionals⁴ and parents⁵ underestimate the impact of childhood obesity, hampering the prevention and control of this health problem from an early age. This is due, in part, because childhood obesity, unlike its adult counterpart, does not substantially burden the health system regarding time and economic resources.^{6,7}

What is already known on this topic?

- There is a perception that overweight and obesity have few clinical consequences in early life.

What this study adds?

- Childhood obesity was associated with a slightly greater demand for psychological and musculoskeletal problems in primary care.
- Childhood obesity was associated with more drug prescriptions.

There is scarce work evaluating the association between carrying some extra weight as a preschooler and the use of health services. For instance, based on parental self-reported comorbidity data, authors highlight the low burden of disease despite the high prevalence of excess weight.⁸ Others report an association between weight and health problems only among children with severe obesity.⁹ Still, Au¹⁰ concludes that children with excess weight generate higher pharmaceutical and medical costs at an early age than their healthy weight schoolmates.¹⁰

Based on literature reviews examining the effects of childhood obesity on the use of health services, authors report that the value of available evidence is limited by the heterogeneity in study designs, age groups, obesity definitions and outcome variables evaluated.¹¹ Thus, it is necessary to develop more evidence on the clinical effects of childhood obesity, evaluating the demand and use of the health system prospectively by analysing longitudinal quality data.

The main objective of this study was to determine the prospective association between excess weight (overweight, general and abdominal obesity) and the use of specific health system services (visits to primary care (PC) physicians, drug prescriptions in PC and hospital admissions) among preschoolers. Our analyses are based on a representative sample of 4-year-old children and their healthcare utilisation during the 2 years of follow-up.

MATERIALS AND METHODS

Design and study population characteristics

The Longitudinal Study of Childhood Obesity, is a population-based cohort recruited in the Madrid region, an area of 6.5 million inhabitants in Spain. The objectives of the parent study are to: estimate



© Author(s) (or their employer(s)) 2019. No commercial re-use. See rights and permissions. Published by BMJ.

To cite: Ortiz-Pinto MA, Ortiz-Marrón H, Esteban-Vasallo MD, *et al.* Arch Dis Child Epub ahead of print: [please include Day Month Year]. doi:10.1136/archdischild-2019-316895

weight changes between the ages of 4 and 14, describe the main risk factors associated with overweight and obesity, and evaluate the impact of excess weight on health status. The methodology and characteristics of the study sample have been previously reported.^{12 13} A total of 2627 children were included in the original cohort with parents acting as their proxy. Foreign parents and those with low educational level were less likely to fill out the baseline survey than others. For this study, our sample consisted of 1884 children examined and interviewed first at age 4 (baseline measurement) and then 2 years later, at age 6. Data were collected in three consecutive steps: first, a standardised physical examination performed at the health centre by one of the 31 participating paediatricians; second, a structured parental survey by computer-assisted telephone interview; and third, a review of electronic medical records to collect data on health service use during the 2-year follow-up.

Anthropometric measurements

During the physical examination weight, height and waist circumference were measured in a standardised manner by participating paediatricians. Weight was measured with a digital scale (SECA model 220, precision 0.1 kg), height was measured by telescopic height rod (SECA model 220, precision 1 mm) and waist circumference was measured with approved inextensible metric tape just above the iliac crests with the tape held horizontally and without tissue compression. Each variable was measured twice and the average of the two values was used for the analyses.

We calculated the child's body mass index (BMI) (kg/m^2), standardising its values according to the available WHO-2006 reference tables by age and sex. Based on the z-scores we classified children as overweight if their $z\text{-BMI} > +1 \text{ SD}$ and $z\text{-BMI} \leq +2 \text{ SD}$ and as obese if their $z\text{-BMI} \text{ score} > +2 \text{ SD}$.¹⁴ The mean waist circumference readings were standardised based on age and sex reference tables for European-American children and adolescents proposed by Fernández et al¹⁵ interpolated monthly. Abdominal obesity was defined as any value $\geq 90\text{th}$ percentile according to the recommendations of the International Diabetes Federation.¹⁶ The waist-to-height ratio (waist circumference in cm/height in cm), was also used to define abdominal obesity when the value $\geq 90\text{th}$ percentile.¹⁷

Primary care electronic clinical history

Data on visits to doctor offices, drug prescription and recorded episodes of medical care (codified following the International Classification of Primary Care -2 classification) were collected from the Primary Care Electronic Clinical history. We analysed the information corresponding to the most commonly reported events, that is, those related to the respiratory, musculoskeletal and nervous systems as well as data on psychological problems. The records of hospital discharges were obtained through the Minimum Basic Data Set, a single file of hospital admissions/discharges from all public and private hospitals.

Covariables

The sociodemographic covariables included in the models were sex, child's age in months, mother's educational achievement (five categories), duration of breastfeeding (four categories), family purchasing power (low (0–5 points), medium (6–7 points) and high (8–9 points)) defined based on the Family Affluence Scale¹⁸ and parent's perception of the child's health status at baseline classified as either optimal (very good or good) or suboptimal health (regular, poor, or very poor).

Statistical analyses

The initial sample consisted of 1884 participants. We excluded 27 children classified as underweight and/or with no waist circumference data at baseline. After taking into account missing values for some other covariables, the final sample was 1857 for analyses regarding BMI-based excess weight or 1851 participants for analyses related to abdominal obesity.

First, we performed descriptive analyses and simple statistical hypothesis testing at the bivariate level (Student's t-test or analysis of variance depending on the number of groups to contrast). The null hypothesis assumed no difference in the average (and variance) number of PC visits, of drug prescriptions and of hospital admissions for each variable and corresponding categories. Second, since over-dispersion was detected, we designed multilevel models of negative binomial regression, including the identification of the paediatrician as a random factor, to evaluate the number of PC visits, drugs prescriptions and hospital admissions during the 2-year follow-up period. The quotient of incidence rates (IRR) and their respective 95% confidence intervals and p values were calculated. All models were adjusted for the covariables described above. We tested for interactions between our excess weight variables and sex as well as family purchasing power.

The level of statistical significance was set at a p value of <0.05 . All the analyses were performed using Stata V.14. (StataCorp. 2015. *Stata Statistical Software: Release 14*).

RESULTS

The characteristics of the sample are described in table 1. From age 4 to age six our participants had an accumulated average of 11.7 visits to a PC physician, 1.25 drug prescriptions from PC physicians and 0.22 hospitalisations. We observed some statistically significant differences; first, a greater number of drug prescriptions and hospital admissions among boys than girls and, second, a lower frequency of PC doctor visits among children of college-educated mothers and high socioeconomic status than other children. As one might expect, children with a suboptimal health status made greater use of health services.

Table 2 shows the association between excess weight and PC doctors' visits, drug prescriptions and hospital admissions. Children affected by general or abdominal obesity at age 4 visited a PC doctor a statistically similar number of times as normo-weight children (IRR=1.08 and 1.06, respectively). However, children falling under any of the three excess weight categories were prescribed a greater number of drugs than their normo-weight counterparts (IRR=1.62; 95% CI 1.11 to 2.38) for general obesity, 1.37 (95% CI 0.99 to 1.90) for abdominal obesity according to waist circumference (not statistically significant) and 1.34 (95% CI 1.02 to 1.76) for abdominal obesity according to the waist-to-height ratio. Finally, we observed no differences by baseline weight status in the incidence of hospital admissions during the follow-up period.

The average number of PC visits by body system during the 2-year follow-up was: four visits for respiratory system problems, 0.5 for musculoskeletal system problems, 0.2 for nervous system problems and 0.5 for psychological problems (data not shown). Table 3 describes the relationship between weight status and PC visits grouped by different body systems. Results showed an increase in the cumulative incidence rate for musculoskeletal system problems (IRR=1.27; 95% CI 1.00 to 1.62) associated with abdominal obesity based on waist-to-height ratio but not with the other two obesity indicators. We also observed a positive relationship between childhood BMI-based general obesity

Table 1 Sample characteristics according to type of healthcare use: primary care visits, drug prescriptions and hospital admissions for between baseline (age 4) and follow-up (age 6)

	Study participants		Primary care visits		Drug prescriptions		Hospital admissions	
	n	%	Mean (SD)	P value*	Mean (SD)	P value*	Mean (SD)	P value*
Total	1863	100	11.7 (7.6)		1.2 (2.3)		0.22 (0.7)	
Sex				0.581		0.003		<0.001
Boys	946	50.8	11.6 (7.3)		1.4 (2.4)		0.29 (0.8)	
Girls	917	49.2	11.8 (8.0)		1.1 (2.1)		0.15 (0.5)	
Mother's education†				<0.001		0.498		0.164
Primary or below	62	3.3	11.7 (6.8)		0.9 (1.6)		0.32 (0.5)	
Secondary-first level	355	19.1	12.8 (8.3)		1.4 (2.7)		0.22 (0.5)	
Secondary-second level	624	33.6	12.4 (7.5)		1.3 (2.3)		0.26 (0.7)	
Some College (2 years)	263	14.2	11.3 (7.4)		1.2 (2.2)		0.16 (0.8)	
College degree (4 years)	553	29.8	10.5 (7.3)		1.2 (2.1)		0.18 (0.7)	
Family-level purchasing power‡				0.005		0.272		0.217
Low	861	46.2	12.2 (8.0)		1.3 (2.4)		0.24 (0.7)	
Medium	705	37.9	11.6 (7.4)		1.2 (2.2)		0.22 (0.8)	
High	296	15.9	10.5 (6.9)		1.1 (2.2)		0.15 (0.4)	
Breastfeeding (months)				0.836		0.295		0.936
None	187	10.0	11.9 (7.3)		1.0 (1.8)		0.24 (0.9)	
1 to 2 months	289	15.5	11.5 (7.0)		1.1 (1.9)		0.22 (0.6)	
3 to 5 months	739	39.7	11.9 (7.8)		1.3 (2.4)		0.20 (0.7)	
≥6 months	282	15.1	11.3 (7.7)		1.2 (2.4)		0.22 (0.7)	
No response	366	19.6	11.8 (7.8)		1.4 (2.6)		0.24 (0.6)	
Health status†				<0.001		<0.001		<0.001
Optimal	1704	91.5	11.4 (7.5)		1.2 (2.1)		0.20 (0.6)	
Suboptimal	158	8.5	14.7 (8.8)		1.9 (3.5)		0.44 (1.2)	
Weight status at age 4 according to z-BMI§				0.459		0.707		0.421
No excess weight	1453	78.0	11.7 (7.6)		1.3 (2.3)		0.21 (0.7)	
Overweight	315	16.9	11.5 (7.4)		1.2 (2.2)		0.26 (0.8)	
Obesity	95	5.1	12.6 (8.7)		1.3 (2.3)		0.16 (0.5)	
Weight status at age 4 according to waist circumference†¶				0.184		0.611		0.711
No abdominal obesity	1732	93.3	11.7 (7.6)		1.2 (2.3)		0.22 (0.7)	
Abdominal obesity	125	6.7	12.6 (8.1)		1.4 (2.0)		0.20 (0.5)	
Weight status at age four according to waist-to-height ratio†**				0.118		0.189		0.412
No abdominal obesity	1670	89.9	11.6 (7.6)		1.2 (2.3)		0.22 (0.7)	
Abdominal obesity	187	10.1	12.6 (8.2)		1.5 (2.5)		0.18 (0.5)	

*Student's t-test (two groups) or analysis of variance (more than two groups).

†Variables with missing values.

‡Family level purchasing power estimated using the Family Affluence Scale.

§Overweight: +1 SD of the BMI (z-scores) (z-BMI); Obesity: +2 SD of z-BMI, based on the WHO-2006 reference tables.

¶Abdominal obesity: ≥90 percentile according to reference tables by Fernández et al.¹⁵

**Abdominal obesity: ≥90 percentile del waist-to-height ratio (both in cm).

BMI, body mass index.

and PC visits due to psychological problems (IRR=1.53; 95% CI 1.02 to 2.28). However, the association with other obesity indicators failed to reach statistical significance. We did not find associations with respiratory or nervous systems problems.

None of the interactions explored reached statistical significance.

DISCUSSION

Our study shows that early childhood obesity (both general and abdominal) is associated with a higher demand for drug prescriptions during a 2 year follow-up period. Although we failed to detect a higher overall demand for PC services associated with obesity, additional doctor's visits were probably related to

psychological and musculoskeletal problems. No differences were observed regarding the number of hospital admissions.

Childhood obesity may adversely affect practically every system in the organism¹⁹ to the point that large literature reviews link childhood and adolescent obesity to reduced self-rated health and quality of life.^{20 21} However, there is a discrepancy between said reports and the low burden of disease detected by parents.⁵ Additionally, there is evidence that some health professionals underestimate the impact of childhood obesity,⁴ hampering any excess weight prevention and control efforts at early ages.

Previous studies show an increase in demand for health services among children and adolescents affected by obesity. The

Table 2 Weight status and abdominal obesity at age 4 according to type of healthcare use: primary care visits, drug prescriptions and hospital admissions, during the 2-year follow-up

	Primary care visits		Drug prescriptions		Hospital admissions	
	IRR*	95% CI	IRR*	95% CI	IRR*	95% CI
Weight status at age 4 according to z-BMI† (n=1857)						
No excess weight	1 (ref)		1 (ref)		1 (ref)	
Overweight	0.98	0.91 to 1.06	1.02	0.82 to 1.28	1.24	0.87 to 1.77
Obesity	1.08	0.94 to 1.23	1.62	1.11 to 2.38	0.80	0.41 to 1.57
Weight status at age 4 according to waist circumference‡ (n=1851)						
No abdominal obesity	1 (ref)		1 (ref)		1 (ref)	
Abdominal obesity	1.06	0.95 to 1.19	1.37	0.99 to 1.90	0.94	0.53 to 1.64
Weight status at age 4 (baseline) according to waist-to-height ratio§ (n=1851)						
No abdominal obesity	1 (ref)		1 (ref)		1 (ref)	
Abdominal obesity	1.06	0.97 to 1.17	1.34	1.02 to 1.76	0.88	0.54 to 1.44

*IRR: Incidence Rate Ratio estimated using mix models of negative binomial regression adjusted for sex, age, maternal educational level, familial purchasing power, time breastfeeding and perceived health status at age 4.

†Overweight: +1 SD of the BMI (z-scores) (z-BMI); Obesity: +2 SD of z-BMI, based on the WHO-2006 reference tables.

‡Abdominal obesity: ≥90 percentile according to reference tables by Fernández et al.¹⁵

§Abdominal obesity: ≥90 percentile del waist-to-height ratio (both in cm).

BMI, body mass index.

magnitude of such increases tend to be small-to-moderate and mostly reflect demand for services other than hospital admissions.^{7 22–26} Estabrooks and colleagues observed an 11% increase in the risk of PC visits during a 1-year follow-up and of 6% during a 3 year follow-up of a sample of 3-year-olds to 17-year-olds.²² Although we detected an 8% increase in visits, but if failed to reach statistical significance. Janicke and co-authors²⁶ observed a slightly higher increase (19%) in children between 7 and 15 years of age; whereas Hampl *et al*,²⁷ failed to detect any significant increase in PC visits in the 5-year-old to 18-year-old population.

Obesity, based on waist circumference/height, was associated with a greater demand for PC services involving musculoskeletal system issues. Childhood obesity's impact on a young musculoskeletal system works through the dysfunction of the joints. This in turn, generates foot, ankle and knee problems, as well as muscle pain and increased risk of fractures,²⁸ though the evidence regarding the risk of fractures and accidents remains scarce.²⁹ The only longitudinal study of 2-year-old preschool children revealed an increase in hospitalisations due to musculoskeletal problems during the 3-year follow-up among children affected by obesity.²⁴ The evidence regarding a link between obesity and risk of accidents remains inconclusive. Whereas Lynch *et al*²³ reported that obesity seemed to increase such risk, Ferro and colleagues³⁰ concluded that obesity played a protective role. Such role, however, probably reflects the inverse relationship between obesity and physical activity levels among children.

The finding that BMI-based obesity was also associated with greater demand for PC services related to psychological problems supports previous findings identifying poor mental health as one of the most widespread side-effects of childhood obesity.⁴ However, few studies evaluate obesity's impact on psychological-related health services use. Estabrook and Shetterly²² and Turer and colleagues²⁵ observed an increase in visits due to mental health problems in children aged 3–17 and 10–17 years, respectively, with excess weight. Wooldford *et al*³¹ found an increased hospital burden due to affective disorders among the 2-year-old to 18-year-old patient population with a secondary hospital diagnosis of obesity.

The greater number of drugs prescribed to children affected by obesity in our study also supports previous findings such as

Solmi and Morris's³² on prescription use in a cohort of 5-year-olds followed for 7 years. In another study¹⁰ conducted on Australian 4-year-old to 5-year-old children, excess weight was associated with higher pharmaceutical expenditure. However, Hayes *et al*²⁴ analysed health records data from 2-year-olds to 5-year-olds and failed to detect differences in medication use by weight category, although the small sample size may be the culprit.

Again, published evidence regarding the relationship between obesity and increased risk of hospital admissions is inconclusive. Three studies found no association,^{9 10 23} whereas two others reported a direct relationship between risk of admissions and excess weight in children.^{6 24} One of these works⁶ linked BMI trajectories to health services use and concluded that children who gained weight quickly, that is, reaching high BMI values quickly and maintaining that excess weight for up to 10 years, were more likely to be hospitalised during the study period.

Finally, we explored whether changes in weight status during the 2-year follow-up may have influenced our results. We repeated the analysis only with children classified under the same weight category at age 4 and again at age 6 (data not shown). The association between obesity and greater number of prescriptions or psychological problems with obesity remained unchanged. However, the association between musculoskeletal problems and excess weight was no longer significant.

Limitations and strengths of the study

When interpreting our study's results, some limitations should be kept in mind. First, foreign parents or those with low educational achievement were less likely to fill out the baseline survey. This moderate selection bias may limit the generalisation of results to the entire population of 4-year-olds in the Madrid region. Second, the short follow-up time (2 years), the small sample size and the limited number of events reduced the statistical power of some estimates.

Third, there are no validation studies of the clinical data included in the electronic medical record for the region's children, although errors are probably random, that is, affecting obese and non-obese children equally. Finally, incompatibility

Table 3 Association between weight status and abdominal obesity at age 4 and primary care visits during the 2-year follow-up. Primary care visits are classified according to the four systems most health problems relate to

	Respiratory system problems		Musculoskeletal system problems		Nervous system problems		Psychological problems	
	IRR*	95% CI	IRR*	95% CI	IRR*	95% CI	IRR*	95% CI
Weight status at age 4 according to z-BMI† (n=1857)								
No excess weight	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
Overweight	0.95	0.86 to 1.06	1.10	0.90 to 1.35	1.11	0.85 to 1.45	0.83	0.61 to 1.11
Obesity	1.04	0.87 to 1.26	1.28	0.91 to 1.78	1.02	0.65 to 1.60	1.53	1.02 to 2.28
Weight status at age 4 according to waist circumference‡ (n=1851)								
No abdominal obesity	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
Abdominal obesity	1.05	0.91 to 1.23	1.09	0.81 to 1.46	0.95	0.63 to 1.44	1.11	0.74 to 1.67
Weight status at age 4 (baseline) according to waist-to-height ratio§ (n=1851)								
No abdominal obesity	1(ref)		1(ref)		1(ref)		1(ref)	
Abdominal obesity	0.99	0.87 to 1.14	1.27	1.00 to 1.62	1.10	0.79 to 1.53	1.09	0.77 to 1.54

*IRR: Incidence Rate Ratio estimated using mix models of negative binomial regression adjusted for sex, age, maternal educational level, familial purchasing power, time breastfeeding and perceived health status at age 4.

†Overweight: +1 SD of the BMI (z-scores) (z-BMI); Obesity: +2 SD of z-BMI, based on the WHO-2006 reference tables.

‡Abdominal obesity: ≥90 percentile according to reference tables by Fernández et al.¹⁵

§Abdominal obesity: ≥90 percentile del waist-to-height ratio (both in cm). BMI, body mass index.

between data systems precluded extending the analysis to demand for emergency room services.

Our study has important strengths. First, its longitudinal design, and adjustment for key likely confounders, offer great potential for the detection and establishment of causal associations. Second, it contributes to the very scarce body of work examining the use of health services by preschool children. Third, the anthropometric measures were performed in an objective and standardised manner. Further, general and abdominal obesity were differentiated for the first time when examining their relation to the use of health services. Finally, the models were adjusted for the main sociodemographic covariates, as well as for duration of breastfeeding and the child's health status as perceived by the parents.

In sum, the demand for health services related to obesity was small in preschool age. Nevertheless, general and abdominal obesity were associated with a slightly greater burden on health systems due to an increased risk of PC visits related to musculoskeletal and psychological problems, as well as to a higher number of drug prescriptions in primary care.

Acknowledgements The authors thank all participating families, the paediatricians from the Network of Sentinel Doctors of the Community of Madrid and the two companies interviewing the families: Demométrica SL and Sondaxe SL.

Contributors MAO-P and IG, conceptualised and designed the study, drafted the initial manuscript, and reviewed and revised the manuscript. MAO-P and IG, designed the data collection instruments, collected data, carried out the initial analyses and MAO-P, HO-M, ME-V and IG, reviewed and revised the manuscript. HO-M, ME-V, AQ-M, DC-P, MG-A, MO-G, collected data, and critically reviewed the manuscript for important intellectual content. All authors approved the final manuscript as submitted and agree to be accountable for all aspects of the work.

Funding The authors have not declared a specific grant for this research from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors.

Competing interests None declared.

Patient consent for publication Not required.

Ethics approval The study protocol was approved by the Ethics Committee of the Ramón y Cajal Hospital in Madrid, approval number 242 and register number 44/10.

Provenance and peer review Not commissioned; externally peer reviewed.

Data availability statement There are no data in this work. Data are available upon reasonable request. Data may be obtained from a third party and are not publicly available. No data are available. All data relevant to the study are included in the article or uploaded as supplementary information.

REFERENCES

- 1 NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128.9 million children, adolescents, and adults. *Lancet* 2017;390:2627–42.
- 2 Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). GBD Results tool: Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of Disease Study 2016 (GBD 2016) [Web page]. Available: <https://gbd2016.healthdata.org/gbd-compare/> [Accessed 7 Feb 2018].
- 3 Reilly JJ, Kelly J. Long-Term impact of overweight and obesity in childhood and adolescence on morbidity and premature mortality in adulthood: systematic review. *Int J Obes* 2011;35:891–8.
- 4 Reilly JJ. Obesity in childhood and adolescence: evidence based clinical and public health perspectives. *Postgrad Med J* 2006;82:429–37.
- 5 Park MH, Falconer CL, Saxena S, et al. Perceptions of health risk among parents of overweight children: a cross-sectional study within a cohort. *Prev Med* 2013;57:55–9.
- 6 Batscheider A, Rzehak P, Teuner CM, et al. Development of BMI values of German children and their healthcare costs. *Econ Hum Biol* 2014;12:56–66.
- 7 Trasande L, Chatterjee S. The impact of obesity on health service utilization and costs in childhood. *Obesity* 2009;17:1749–54.
- 8 Wake M, Canterford L, Patton GC, et al. Comorbidities of overweight/obesity experienced in adolescence: longitudinal study. *Arch Dis Child* 2010;95:162–8.
- 9 Cockrell Skinner A, Perrin EM, Steiner MJ. Healthy for now? A cross-sectional study of the comorbidities in obese preschool children in the United States. *Clin Pediatr* 2010;49:648–55.

- 10 Au N. The health care cost implications of overweight and obesity during childhood. *Health Serv Res* 2012;47:655–76.
- 11 Bechard LJ, Rothpletz-Puglia P, Touger-Decker R, *et al*. Influence of obesity on clinical outcomes in hospitalized children: a systematic review. *JAMA Pediatr* 2013;167:476–82.
- 12 Ortiz-Marrón H, Cuadrado-Gamarra JJ, Esteban-Vasallo M, *et al*. Estudio longitudinal de Obesidad Infantil (ELOIN): diseño, participación Y características de la muestra. *Rev Esp Cardiol* 2016;69:521–3.
- 13 Pérez-Farínós N, Galán I, Ordobás M, *et al*. A sampling design for a sentinel general practitioner network. *Gac Sanit* 2009;23:186–91.
- 14 de Onis M, Onyango AW, Borghi E, *et al*. Development of a who growth reference for school-aged children and adolescents. *Bull World Health Organ* 2007;85:660–7.
- 15 Fernández JR, Redden DT, Pietrobelli A, *et al*. Waist circumference percentiles in nationally representative samples of African-American, European-American, and Mexican-American children and adolescents. *J Pediatr* 2004;145:439–44.
- 16 Alberti G, Zimmet P, Kaufman F, *et al*. The IDF consensus definition of the metabolic syndrome in children and adolescents. *Pediatr Diabetes* 2007;8:299–306.
- 17 Nambiar S, Hughes I, Davies PS. Developing waist-to-height ratio cut-offs to define overweight and obesity in children and adolescents. *Public Health Nutr* 2010;13:1566–74.
- 18 Boyce W, Torsheim T, Currie C, *et al*. The family affluence scale as a measure of national wealth: validation of an adolescent self-report measure. *Soc Indic Res* 2006;78:473–87.
- 19 Han JC, Lawlor DA, Kimm SYS. Childhood obesity. *Lancet* 2010;375:1737–48.
- 20 Buttitta M, Iliescu C, Rousseau A, *et al*. Quality of life in overweight and obese children and adolescents: a literature review. *Qual Life Res* 2014;23:1117–39.
- 21 Griffiths LJ, Parsons TJ, Hill AJ. Self-Esteem and quality of life in obese children and adolescents: a systematic review. *Int J Pediatr Obes* 2010;5:282–304.
- 22 Estabrooks PA, Shetterly S. The prevalence and health care use of overweight children in an integrated health care system. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2007;161:222–7.
- 23 Lynch BA, Finney Rutten LJ, Jacobson RM, *et al*. Health care utilization by body mass index in a pediatric population. *Acad Pediatr* 2015;15:644–50.
- 24 Hayes A, Chevalier A, D'Souza M, *et al*. Early childhood obesity: association with healthcare expenditure in Australia: healthcare costs and obesity in early childhood. *Obesity* 2016;24:1752–8.
- 25 Turer CB, Lin H, Flores G. Health status, emotional/behavioral problems, health care use, and expenditures in overweight/obese us children/adolescents. *Acad Pediatr* 2013;13:251–8.
- 26 Janicke DM, Harman JS, Jamoom EW, *et al*. The relationship among child weight status, psychosocial functioning, and pediatric health care expenditures in a Medicaid population. *J Pediatr Psychol* 2010;35:883–91.
- 27 Hampl SE, Carroll CA, Simon SD, *et al*. Resource utilization and expenditures for overweight and obese children. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2007;161:11–14.
- 28 Smith SM, Sumar B, Dixon KA. Musculoskeletal pain in overweight and obese children. *Int J Obes* 2014;38:11–15.
- 29 Paulis WD, Silva S, Koes BW, *et al*. Overweight and obesity are associated with musculoskeletal complaints as early as childhood: a systematic review. *Obes Rev* 2014;15:52–67.
- 30 Ferro V, Mosca A, Crea F, *et al*. The relationship between body mass index and children's presentations to a tertiary pediatric emergency department. *Ital J Pediatr* 2018;44:38.
- 31 Woolford SJ, Gebremariam A, Clark SJ, *et al*. Incremental Hospital charges associated with obesity as a secondary diagnosis in children. *Obesity* 2007;15:1895–901.
- 32 Solmi F, Morris S. Association between childhood obesity and use of regular medications in the UK: longitudinal cohort study of children aged 5–11 years. *BMJ Open* 2015;5:e007373.